Chemisch-technische Bibliothek. Band XXXVIII.
Zweite Auflage.

Die Galvanoplastik.

Ausführliche praktische Darstellung
des
galvanoplastischen Verfahrens
in allen seinen Einzelheiten.

Von
Julius Weiß.

Mit 24 Abbildungen.

Zweite durchaus umgearbeitete und zeitgemäß verbesserte Auflage.

Wien. Pest. Leipzig.
A. Hartleben's Verlag.

Handbuch der Chemigraphie

Hochätzung in Zink für Buchdruck

mittelst

Umdruck von Autographien und Photogrammen und directer Copirung oder Radirung des Bildes auf die Platte

(Photochemigraphie und Chalcochemigraphie)

von

Wilhelm F. Toifel,

akad. Zeichner und Autor kunstgewerblicher Fachwerke.

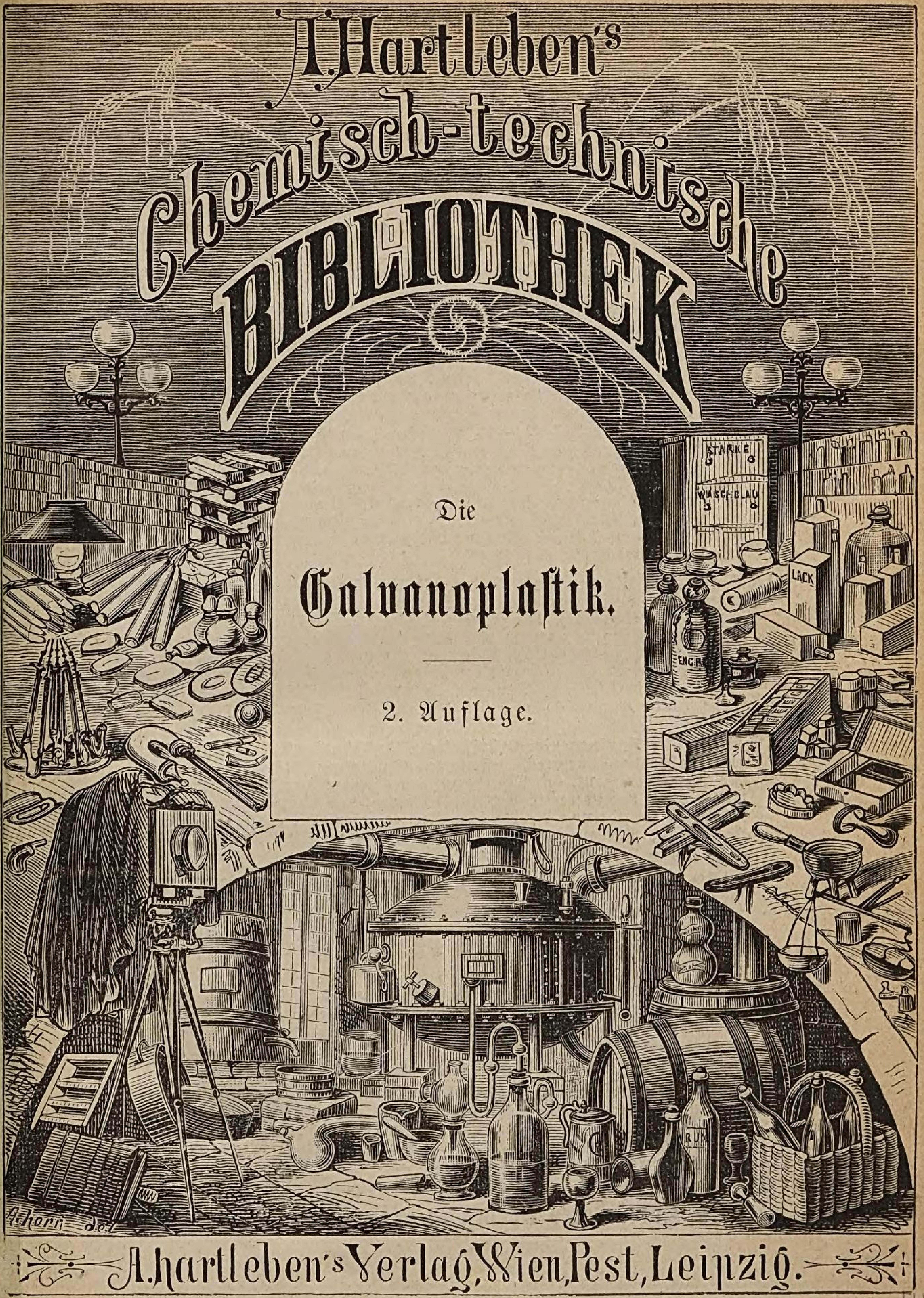
Mit 14 Abbild. 17 Bogen. 8. Geh. Preis 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.
Eleg. geb. 2 fl. 25 kr. ö. W. = 4 M. 5 Pf.

Trotzdem die Verbreitung und Anwendung der Zinkhochätzung für Buchdruck in dem letzten Jahrzehnt eine außerordentliche geworden ist, infolge dessen auch eine Vervollkommnung erreicht hat, welche sie befähigt, jede Concurrenz mit dem Holzschnitt 2c. bestehen zu können, giebt es für diese graphische Kunst noch keine, die neuesten Verfahren und Fortschritte beachtende Publication, welche diese Technik gründlich und leichtverständlich lehrt, soweit es durch ein Buch eben geschehen kann.

Alle bis jetzt darüber vorhandenen Publicationen waren entweder schon vor einigen Jahren erschienen, daher sie von den neuesten Erfahrungen überflügelt wurden, oder sie erschienen als Beigabe zu anderen technischen Druckschriften und konnten daher nur eine oberflächliche Behandlung erfahren.

Wenn nun auch nicht gerade behauptet wird, daß das vorliegende Werk diesem Mangel vollständig abhelfen soll, bringt es doch alles Wissenswerthe so viel wie möglich gründlich zur Besprechung und wird dadurch einen guten Begleiter und Rathgeber sowohl für den Anfänger als auch für den Praktiker bei seiner Thätigkeit abgeben.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.



Die Galvanoplastik.

2. Auflage.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

XVI. Band. **Die Stärke-Fabrikation und die Fabrikation des Traubenzuckers.** Eine populäre Darstellung der Fabrikation aller im Handel vorkommenden Stärkesorten, als der Kartoffelstärke, Weizenstärke, Mais-, Reis-, Arrow-root-Stärke &c.; der Wasch- und Toilettestärke und des künstlichen Sago, sowie der Verwerthung aller bei der Stärke-Fabrikation sich ergebenden Abfälle und der Fabrikation des Dextrins, Stärkegummis, Traubenzuckers und der Zucker-Couleur. Von **Felix Rehwald**, Stärke- und Traubenzucker-Fabrikant. Mit 16 erläut. Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

XVII. Band. **Die Tinten-Fabrikation, die Herstellung der Hektographen und Hektographirtinten und die Fabrikation der Tusche, der Tintenstifte, der Stempeldruckfarben sowie des Waschblaues.** Ausführliche Darstellung der Anfertigung aller Schreib-, Comptoir- und Copirtinten, aller farbigen und sympathetischen Tinten, der chinesischen Tusche, lithographischen Stifte und Tinten, unauslöschlichen Tinten zum Zeichnen der Wäsche, der Bereitung des besten Waschblaues und der Stempeldruckfarben. Nebst einer Anleitung zum Lesbarmachen alter Schriften. Nach eigenen Erfahrungen dargestellt von **Sigmund Lehner**, Chemiker und Fabrikant. 2. Aufl. Mit erläut. Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

XVIII. Band. **Die Fabrikation der Schmiermittel, der Schuhwichse und Lederschmiere.** Darstellung aller bekannten Schmiermittel, als Wagenschmiere, Maschinenschmiere, der Schmieröle für Nähmaschinen und andere Arbeitsmaschinen und der Uhrmacheröle, ferner der Schuhwichse, Lederlacke und Lederschmiere für alle Gattungen von Leder. Von **Richard Brunner**, technischer Chemiker. Mit 5 erläut. Abbild. 2. Aufl. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 20 kr. ö. W. = 2 M. 25 Pf.

XIX. Band. **Die Lohgerberei oder die Fabrikation des lohgaren Leders.** Ein Handbuch für Leder-Fabrikanten. Enthaltend die ausführliche Darstellung der Fabrikation des lohgaren Leders nach dem gewöhnlichen und Schnellgerbeverfahren, nebst der Anleitung zur Herstellung aller Gattungen Maschinenleder, des Juchten-, Saffian-, Corduan-, Chagrin- und Lackleders. Von **Ferdinand Wiener**, Leder-Fabrikant. Mit 43 Abbild. 35 Bog. 8. Eleg. geh. 4 fl. ö. W. = 7 M. 20 Pf.

XX. Band. **Die Weißgerberei, Sämischgerberei und Pergament-Fabrikation.** Ein Handbuch für Leder-Fabrikanten. Enthaltend die ausführliche Darstellung der Fabrikation des weißgaren Leders nach allen Verfahrungsweisen, des Glacéleders, Seifenleders u. s. w.; der Sämischgerberei, der Fabrikation des Pergaments und der Lederfärberei, mit besonderer Berücksichtigung der neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der Lederindustrie. Von **Ferdinand Wiener**, Leder-Fabrikant. Mit 20 Abbild. 27 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

XXI. Band. **Die chemische Bearbeitung der Schafwolle oder das Ganze der Färberei von Wolle und wollenen Gespinnsten.** Ein Hilfs- und Lehrbuch für Färber, Färberei-Techniker, Tuch- und Garn-Fabrikanten und Solche, die es werden wollen. Dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft entsprechend und auf Grund eigener langjähriger Erfahrungen im In- und Auslande vorzugsweise praktisch dargestellt. Von **Victor Joclét**, praktischer Färber und Fabriks-Dirigent. Mit 29 Abbild. 27 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

XXII. Band. **Das Gesammtgebiet des Lichtdrucks** nebst einer vollständigen, theoretisch praktischen Anleitung zur Ausübung der Photolithographie, Emailphotographie, Chemigraphie (Zinkographie) und anderweitigen Vorschriften zur Vervielfältigung der negativen und positiven Glasbilder. Bearbeitet von **J. Husnik**, k. k. Professor am I. Staatsgymnasium in Prag. 2. Aufl. Mit 11 Abbild. und 8 Illustrationsbeilagen. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.

XXIII. Band. **Die Fabrikation der Conserven und Canditen.** Vollständige Darstellung aller Verfahren der Conservirung für Fleisch, Früchte, Gemüse, der Trockenfrüchte, der getrockneten Gemüse, Marmeladen, Fruchtsäfte u. s. w. und der Fabrikation aller Arten von Canditen, als: candirter Früchte, der verschiedenen Bonbons, der Rocks Drops, der Dragées, Pralinées &c. Von **A. Hausner**. Mit 18 Abbild. 24 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

XXIV. Band. Die Fabrikation des Surrogatkaffees und des Tafelsenfes. Enthaltend: Die ausführliche Beschreibung der Zubereitung des Kaffees und seiner Bestandtheile; der Darstellung der Kaffee-Surrogate aus allen hierzu verwendeten Materialien und die Fabrikation aller Gattungen Tafelsenf. Von **Karl Lehmann.** Mit 9 Abbild. 9 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

XXV. Band. Die Kitte und Klebemittel. Ausführliche Anleitung zur Darstellung aller Arten von Kitten und Klebemitteln für Glas, Porzellan, Metalle, Leder, Eisen, Stein, Holz, Wasserleitungs- und Dampfröhren, sowie der Oel-, Harz-, Kautschuk-, Guttapercha-, Caseïn-, Leim-, Wasserglas-, Glycerin-, Kalk-, Gyps-, Eisen-, Zink-Kitte, des Marine-Leims, der Zahnkitte, Zeiodeliths und der zu speciellen Zwecken dienenden Kitte und Klebemittel. Von **Sigm. Lehner.** 2. sehr vermehrte und verbesserte Aufl. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.

XXVI. Band. Die Fabrikation der Knochenkohle und des Thieröles. Eine Anleitung zur rationellen Darstellung der Knochenkohle oder des Spodiums und der plastischen Kohle, der Verwerthung aller sich hierbei ergebenden Nebenproducte und zur Wiederbelebung der gebrauchten Knochenkohle. Von **Wilhelm Friedberg,** techn. Chemiker. Mit 13 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

XXVII. Band. Die Verwerthung der Weinrückstände. Praktische Anleitung zur rationellen Verwerthung der bei der Weinbereitung sich ergebenden Rückstände, als: Trester, Hefe (Weinlager, Geläger) und Weinstein, durch Verarbeitung derselben zu Tresterbranntwein, Weinsprit, Oenanthäther, weinsaurem Kalk, Weinsäure, Traubenkernöl, Traubenkerntannin, Frankfurterschwarz. Mit einem Anhang: Die Erzeugung von Weinsprit und Cognac aus Wein. Handbuch für Weinproducenten, Weinhändler, Brennerei-Techniker, Fabrikanten chemischer Producte, Chemiker und zum Gebrauche für Weinbauschulen. Gemeinverständlich dargestellt von **Antonio dal Piaz,** techn. Chemiker. Mit 20 Abbild. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

XXVIII. Band. Die Alkalien. Darstellung der Fabrikation der gebräuchlichsten Kali- und Natron-Verbindungen, der Soda, Potasche, des Salzes, Salpeters, Glaubersalzes, Wasserglases, Chromkalis, Blutlaugensalzes, Weinsteins, Laugensteins u. s. f., deren Anwendung und Prüfung. Ein Handbuch für Färber, Bleicher, Seifensieder, Fabrikanten von Glas, Zündwaaren, Lauge, Papier, Farben, überhaupt von chemischen Producten, für Apotheker und Droguisten. Von **Dr. S. Pick,** Fabriksbesitzer. Mit 24 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 Mark 50 Pf.

XXIX. Band. Die Bronzewaaren-Fabrikation. Anleitung zur Fabrikation von Bronzewaaren aller Art, Darstellung ihres Gusses und Behandelns nach demselben, ihrer Färbung und Vergoldung, des Bronzirens überhaupt nach den älteren, sowie bis zu den neuesten Verfahrungsweisen. Von **Ludwig Müller,** Metallwaaren-Fabrikant. Mit 25 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

XXX. Band. Vollständiges Handbuch der Bleichkunst oder theoretische und praktische Anleitung zum Bleichen der Baumwolle, des Flachses, des Hanfes, der Wolle und Seide, sowie der daraus gesponnenen Garne und gewebten oder gewirkten Zeuge. Nebst einem Anhange über zweckmäßiges Bleichen der Hadern, des Papieres, der Wasch- und Badeschwämme, des Strohes und Wachses ꝛc. Nach den neuesten Erfahrungen durchgängig praktisch bearbeitet von **Victor Joclét.** Mit 30 Abbild. und 2 Tafeln. 24 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

XXXI. Band. Die Fabrikation der Kunstbutter, Sparbutter und Butterine. Eine Darstellung der Bereitung der Ersatzmittel der echten Butter nach den besten Methoden. Allgemein verständlich geschildert von **Victor Lang.** Mit 8 Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.

XXXII. Band. Die Natur der Ziegelthone und die Ziegel-Fabrikation der Gegenwart. Handbuch für technische Chemiker, Ziegeltechniker, Bau- und Maschinen-Ingenieure ꝛc. ꝛc. Von **Dr. Hermann Zwick.** Mit 123 Abbild. und 2 Tafeln. 38 Bog. 8. Eleg. geh. 4 fl. 60 kr. ö. W. = 8 M. 30 Pf.

XXXIII. Band. Die Fabrikation der Mineral- und Lackfarben. Enthaltend: Die Anleitung zur Darstellung aller künstlichen Maler- und Anstreicherfarben, der Email- und Metallfarben. Ein Handbuch für Fabrikanten, Farbwaarenhändler, Maler und Anstreicher. Dem neuesten Stande der Wissenschaften entsprechend dargestellt von **Dr. Josef Bersch.** Mit 19 Abbild. 41 Bog. 8. Eleg. geh. 4 fl. 20 kr. ö. W. = 7 M. 60 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

XLIV. Band. **Die Fabrikation der Anilinfarbstoffe** und aller anderen aus dem Theere darstellbaren Farbstoffe (Phenyl-, Naphtalin-, Anthracen- und Resorcinfarbstoffe) und deren Anwendung in der Industrie. Für die Praxis bearbeitet von **Dr. Josef Bersch.** Mit 15 Abbild. 34 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 60 kr. ö. W. = 6 M. 50 Pf.

XLV. Band. **Chemisch-technische Specialitäten und Geheimnisse** mit Angabe ihrer Zusammenstellung nach den bewährtesten Chemikern. Alphabetisch zusammengestellt von **C. F. Capaun-Karlowa,** Apotheker u. s. w. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

XLVI. Band. **Die Woll- und Seidendruckerei in ihrem ganzen Umfange.** Ein praktisches Hand- und Lehrbuch für Druck-Fabrikanten, Färber und technische Chemiker. Enthaltend: das Drucken der Wollen-, Halbwollen- und Halbseidenstoffe, der Wollengarne und seidenen Zeuge. Unter Berücksichtigung der neuesten Erfindungen und unter Zugrundelegung langjähriger praktischer Erfahrung, bearbeitet von **Victor Joclét,** techn. Chemiker. Mit 54 Abbild. und 4 Tafeln. 37 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 60 kr. ö. W. = 6 M. 50 Pf.

XLVII. Band. **Die Fabrikation des Rübenzuckers.** Enthaltend: Die Erzeugung des Brotzuckers, des Rohzuckers, die Herstellung von Raffinad- und Candiszucker, nebst einem Anhange über die Verwerthung der Nachproducte und Abfälle &c. Zum Gebrauche als Lehr- und Handbuch leichtfaßlich dargestellt von **Richard v. Regner,** Chemiker und Mitglied mehrerer technischer Vereine. Mit 21 erläut. Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

XLVIII. Band. **Farbenlehre.** Für die praktische Anwendung in den verschiedenen Gewerben und in der Kunstindustrie bearbeitet von **Alwin von Wouwermans.** Mit 7 Abbild. und 6 Tafeln. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 20 kr. ö. W. = 2 M. 25 Pf.

IL. Band. **Vollständige Anleitung zum Formen und Gießen** oder genaue Beschreibung aller in den Künsten und Gewerben dafür angewandten Materialien als: Gyps, Wachs, Schwefel, Leim, Harz, Guttapercha, Thon, Lehm, Sand und deren Behandlung behufs Darstellung von Gypsfiguren, Stuccatur, Thon-, Cement-, Steingut-Waaren sowie beim Guß von Statuen, Glocken und den in der Messing-, Zink-, Blei- und Eisengießerei vorkommenden Gegenständen. Von **Eduard Uhlenhuth.** Mit 10 Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

L. Band. **Die Bereitung der Schaumweine.** Mit besonderer Berücksichtigung der französischen Champagner-Fabrikation. Genaue Anweisung und Erläuterung der vollständigen rationellen Fabrikationsweise aller moussirenden Weine und Champagner. Mit Benützung des Robinet'schen Werkes, auf Grund eigener praktischer Erfahrungen und wissenschaftlicher Kenntnisse populär und allgemein faßlich dargestellt und erläutert von **A. v. Regner.** Mit 28 Abbild. 25 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

LI. Band. **Kalk- und Luftmörtel.** Auftreten und Natur des Kalksteines, das Brennen desselben und seine Anwendung zu Luftmörtel. Nach gegenwärtigem Stande von Theorie und Praxis dargestellt von **Dr. Hermann Zwick.** Mit 30 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

LII. Band. **Die Legirungen.** Deren Darstellung, Eigenschaften und Anwendungen für industrielle und künstlerische Zwecke. Handbuch für alle Metallarbeiter. Bearbeitet von **A. Krupp.** Mit 11 Abbild. 28 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

LIII. Band. **Unsere Lebensmittel.** Eine Anleitung zur Kenntniß der vorzüglichsten Nahrungs- und Genußmittel, deren Vorkommen und Beschaffenheit in gutem und schlechtem Zustande, sowie ihre Verfälschungen und deren Erkennung. Von **C. F. Capaun-Karlowa.** 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

LIV. Band. **Die Photokeramik, das ist die Kunst, photographische Bilder auf Porzellan, Email, Glas, Metall u. s. w. einzubrennen.** Als Lehr- und Handbuch nach eigenen Erfahrungen und mit Benützung der besten Quellen bearbeitet und herausgegeben von **Julius Krüger.** Mit 19 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

LV. Band. **Die Harze und ihre Producte.** Deren Abstammung, Gewinnung und technische Verwerthung. Nebst einem Anhang: Ueber die Producte der trockenen Destillation des Harzes oder Colophoniums: das Camphin, das schwere Harzöl, das Codöl, und die Bereitung von Wagenfetten, Maschinenölen 2c. aus den schweren Harzölen sowiedie Verwendung derselben zur Leuchtgas-Erzeugung. Ein Handbuch für Fabrikanten, Techniker, Chemiker, Droguisten, Apotheker, Wagenfett-Fabrikanten und Brauer. Nach den neuesten Forschungen und auf Grundlage langjähriger Erfahrungen zusammengestellt von **Dr. Georg Thenius.** Mit 40 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

LVI. Band. **Die Mineralsäuren.** Nebst einem Anhang: Der Chlorkalk und die Ammoniak-Verbindungen. Darstellung der Fabrikation von schwefliger Säure, Schwefel-, Salz-, Salpeter-, Kohlen-, Arsen-, Bor-, Phosphor-, Blausäure, Chlorkalk- und Ammoniaksalzen, deren Untersuchung und Anwendung. Ein Handbuch für Apotheker, Droguisten, Färber, Bleicher, Fabrikanten von Farben, Zucker, Papier, Düngemittel, chemischen Producten, für Gastechniker u. s. f. Von **Dr. H. Pick,** Fabriksdirector. Mit 27 Abbild. 26 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

LVII. Band. **Wasser und Eis.** Eine Darstellung der Eigenschaften, Anwendung und Reinigung des Wassers für industrielle und häusliche Zwecke und der Aufbewahrung, Benützung und künstlichen Darstellung des Eises. Für Praktiker bearbeitet von **Friedrich Ritter.** Mit 35 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.

LVIII. Band. **Hydraulischer Kalk und Portland-Cement nach Rohmaterialien, physikalischen und chemischen Eigenschaften.** Untersuchung, Fabrikation und Werthstellung unter besonderer Rücksicht auf den gegenwärtigen Stand der Cement-Industrie. Bearbeitet von **Dr. H. Zwick.** Mit 28 Abbild. 22 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

LIX. Band. **Die Glasätzerei für Tafel- und Hohlglas, Hell- und Mattätzerei in ihrem ganzen Umfange.** Alle bis heute bekannten und viele neue Verfahren enthaltend; mit besonderer Berücksichtigung der Monumental-Glasätzerei. Leichtfaßlich dargestellt mit genauer Angabe aller erforderlichen Hilfsmittel von **J. B. Miller,** Glastechniker. Mit 16 Abbild. 8 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.

LX. Band. **Die explosiven Stoffe,** ihre Geschichte, Fabrikation, Eigenschaften, Prüfung und praktische Anwendung in der Sprengtechnik. Mit einem Anhange, enthaltend: Die Hilfsmittel der submarinen Sprengtechnik (Torpedos und Seeminen.) Bearbeitet nach den neuesten wissenschaftlichen Erfahrungen von **Dr. Fr. Böckmann,** techn. Chemiker. Mit 31 Abbild. 28 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

LXI. Band. **Handbuch der rationellen Verwerthung, Wiedergewinnung und Verarbeitung von Abfallstoffen jeder Art.** Von **Dr. Theodor Koller.** Mit 22 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.

LXII. Band. **Kautschuk und Guttapercha.** Eine Darstellung der Eigenschaften und der Verarbeitung des Kautschuks und der Guttapercha auf fabriksmäßigem Wege, der Fabrikation des vulcanisirten und gehärteten Kautschuks, der Kautschuk- und Guttapercha-Compositionen, der wasserdichten Stoffe, elastischen Gewebe u. s. w. Für die Praxis bearbeitet von **Raimund Hoffer.** Mit 8 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

LXIII. Band. **Die Kunst- und Feinwäscherei in ihrem ganzen Umfange.** Enthaltend: Die chemische Wäsche, die Fleckenreinigungskunst, Kunstwäscherei, Hauswäscherei, Appretur, die Strohhut-Bleicherei und Färberei, Handschuh-Wäscherei und Färberei 2c. Von **Victor Joclét.** Mit 1 Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.

LXIV. Band. **Grundzüge der Chemie in ihrer Anwendung auf das praktische Leben.** Für Gewerbetreibende und Industrielle im Allgemeinen, sowie für jeden Gebildeten. Bearbeitet von **Dr. Willibald Artus,** Professor in Jena. Mit 24 Abbild. 34 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 30 kr. ö. W. = 6 Mark.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

LXXVI. Band. **Das Verzinnen, Verzinken, Vernickeln, Verstählen** und das Ueberziehen von Metallen mit anderen Metallen überhaupt. Eine Darstellung praktischer Methoden zur Anfertigung aller Metallüberzüge aus Zinn, Zink, Blei, Kupfer, Silber, Gold, Platin, Nickel, Kobalt und Stahl, sowie der Patina, der oxydirten Metalle und der Bronzirungen. Handbuch für Metallarbeiter und Kunst-Industrielle. Von **Friedrich Hartmann**. Mit 3 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

LXXVII. Band. **Kurzgefaßte Chemie der Rübensaft-Reinigung.** Zum Gebrauche für praktische Zucker-Fabrikanten. Von **W. Sykora** und **F. Schiller.** 19 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

LXXVIII. Band. **Die Mineral-Malerei.** Neues Verfahren zur Herstellung witterungsbeständiger Wandgemälde. Technisch-wissenschaftliche Anleitung von **A. Keim.** 6 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.

LXXIX. Band. **Die Chocolade-Fabrikation.** Eine Darstellung der verschiedenen Verfahren zur Anfertigung aller Sorten gewöhnlicher und Luxus-Chocoladen, der hierbei in Anwendung kommenden Materialien und Beschreibung der zur Bearbeitung der Chocolademasse in Verwendung kommenden Maschinen. Nach dem neuesten Stande der Technik geschildert von **Ernst Saldau.** Mit 34 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

LXXX. Band. **Die Briquette-Industrie und die Brennmaterialien.** Mit einem Anhange: Die Anlage der Dampfkessel und Gasgeneratoren mit besonderer Berücksichtigung der rauchfreien Verbrennung. Von **Dr. Friedrich Jünemann**, technischer Chemiker. Mit 48 Abbildungen. 26 Bog. 8. geh. 2 fl. 75 kr ö. W. = 5 Mark.

LXXXI. Band. **Die Darstellung des Eisens und der Eisenfabrikate.** Handbuch für Hüttenleute und sonstige Eisenarbeiter, für Techniker, Händler mit Eisen und Metallwaaren, für Gewerbe- und Fachschulen 2c. Von **Eduard Japing.** Mit 73 Abbildungen. 17 Bog. 8. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

LXXXII. Band. **Die Lederfärberei und die Fabrikation des Lackleders.** Ein Handbuch für Lederfärber und Lackirer. Anleitung zur Herstellung aller Arten von färbigem Glacéleder nach dem Anstreich- und Tauchverfahren, sowie mit Hilfe der Theerfarben, zum Färben von schwedischem, sämischgarem und lohgarem Leder, zur Saffian-, Corduan-, Chagrinfärberei 2c. und zur Fabrikation von schwarzem und färbigem Lackleder. Von **Ferdinand Wiener,** Leder-Fabrikant. Mit 15 Abbildungen. 15 Bog. 8. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

LXXXIII. Band. **Die Fette und Oele.** Darstellung der Eigenschaften aller Fette und Oele, der Fett- und Oelraffinerie und der Kerzen-Fabrikation. Nach dem neuesten Stande der Technik leichtfaßlich geschildert von **Friedrich Thalmann.** Mit 31 Abbildungen. 16 Bog. 8. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

LXXXIV. Band. **Die Fabrikation der moussirenden Getränke und der künstlichen Mineralwässer.** Praktische Anleitung zur Fabrikation aller moussirenden Wässer, Limonaden, Weine 2c. und gründliche Beschreibung der hierzu nöthigen Apparate. Von **Oscar Meitz.** Mit 20 Abbildungen. 10 Bog. 8. geh. Preis 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

LXXXV. Band. **Gold, Silber und Edelsteine.** Handbuch für Gold-, Silber-, Bronze-Arbeiter und Juweliere. Vollständige Anleitung zur technischen Bearbeitung der Edelmetalle enthaltend das Legiren, Gießen, Bearbeiten, Emailliren, Färben und Oxydiren, das Vergolden, das Incrustiren und Schmücken der Gold- und Silberwaaren mit Edelsteinen und die Fabrikation des Imitationsschmuckes. Von **Alexander Wagner.** Mit 14 Abbildungen. 18 Bog. 8. geh. Preis 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

LXXXVI. Band. **Die Fabrikation der Aether und Grundessenzen.** Die Aether, Fruchtäther, Fruchtessenzen, Fruchtextracte, Fruchtsyrupe, Tincturen zum Färben und Klärungsmittel; nebst einem Anhang: Ueber die Zusammensetzung von Liqueuren, Branntweinen, Rum, Arrac, Cognac und verschiedenen Weinen. Nach den neuesten Erfahrungen praktisch und wissenschaftlich bearbeitet von Dr. **Th. Horatius.** Mit 14 Abbild. 18 Bog. 8. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

LXXXVII. Band. **Die technischen Vollendungs-Arbeiten der Holz-Industrie**, das Schleifen, Beizen, Poliren, Lackiren, Anstreichen und Vergolden des Holzes, nebst der Darstellung der hierzu verwendbaren Materialien in ihren Hauptgrundzügen. Von **L. E. Andés**. Mit 20 Abbild. 13 Bog. 8. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

LXXXVIII. Band. **Die Fabrikation von Albumin und Eierconserven.** Eine Darstellung der Eigenschaften der Eiweißkörper und der Fabrikation von Eier- und Blutalbumin, des Patent- und Naturalbumins, der Eier- und Dotter-Conserven und der zur Conservirung frischer Eier dienenden Verfahren. Von **Karl Ruprecht**. Mit 13 Abbildungen. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 20 kr. ö. W. = 2 M. 25 Pf.

LXXXIX. Band. **Die Feuchtigkeit der Wohngebäude**, der Mauerfraß und Holzschwamm, nach Ursache, Wesen und Wirkung betrachtet und die Mittel zur Verhütung sowie zur sicheren und nachhaltigen Beseitigung dieser Uebel unter besonderer Hervorhebung eines neuen und praktisch bewährten Verfahrens zur Trockenlegung feuchter Wände und Wohnungen. Für Baumeister, Bautechniker, Gutsverwalter, Tüncher, Maler und Hausbesitzer. Von **A. Keim**, technischer Director in München. Mit 14 Abbild. 8 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

XC. Band. **Die Verzierung der Gläser durch den Sandstrahl.** Vollständige Unterweisung zur Mattverzierung von Tafel- und Hohlglas mit besonderer Berücksichtigung der Beleuchtungsartikel. Viele neue Verfahren: Das Lasiren der Gläser. Die Mattdecoration von Porzellan und Steingut. Das Mattiren und Verzieren der Metalle. Nebst einem Anhange: Die Sandblas-Maschinen. Von **J. B. Miller**, Glastechniker. Mit 8 Abbildungen. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

XCI. Band. **Die Fabrikation des Alauns**, der schwefelsauren und essigsauren Thonerde, des Bleiweißes und Bleizuckers. Von **Friedrich Jünemann**, technischer Chemiker. Mit 9 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

XCII. Band. **Die Tapete**, ihre ästhetische Bedeutung und technische Darstellung, sowie kurze Beschreibung der Buntpapier-Fabrikation. Zum Gebrauche für Musterzeichner, Tapeten- und Buntpapier-Fabrikanten. Von **Th. Seemann.** Mit 42 Abbildungen. 16 Bog. 8. Eleg. geh 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.

XCIII. Band. **Die Glas-, Porzellan-, und Email-Malerei in ihrem ganzen Umfange.** Ausführliche Anleitung zur Anfertigung sämmtl. bis jetzt zur Glas-, Porzellan-, Email-, Fayence- und Steingut-Malerei gebräuchlichen Farben und Flüsse, nebst vollständiger Darstellung des Brennens dieser verschiedenen Stoffe. Unter Zugrundelegung der neuesten Erfindungen und auf Grund eigener in Sèvres und anderen großen Malereien und Fabriken erworbenen Kenntnisse bearb. und herausg. von **Felix Hermann.** Mit 10 Abbildungen. 19 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.

XCIV. Band. **Die Conservirungsmittel.** Ihre Anwendung in den Gährungsgewerben und zur Aufbewahrung von Nahrungsstoffen. Eine Darstellung der Eigenschaften der Conservirungsmittel und deren Anwendung in der Bierbrauerei, Weinbereitung, Essig- und Preßhefe-Fabrikation 2c. Von **Dr. Josef Bersch.** Mit 8 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

XCV. Band. **Die elektrische Beleuchtung** und ihre Anwendung in der Praxis. Mit besonderer Berücksichtigung der Ergebnisse der internationalen elektrischen Ausstellung in Paris im Jahre 1881. Verfaßt von **Dr. Alfred v. Urbanitzky**, Assistent an der k. k. technischen Hochschule in Wien. Mit 85 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.

XCVI. Band. **Preßhefe, Kunsthefe und Backpulver.** Ausführliche Anleitung zur Darstellung von Preßhefe nach allen bekannten Methoden, zur Bereitung der Kunsthefe und der verschiedenen Arten von Backpulver. Praktisch geschildert von **Adolf Wilfert.** Mit 16 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

XCVII. Band. **Der praktische Eisen- und Eisenwaarenkenner.** Kaufmännisch-technische Eisenwaarenkunde. Ein Handbuch für Händler mit Eisen- und Stahlwaaren, Fabrikanten, Ex- und Importeure, Agenten für Eisenbahn- und Baubehörden, Handels- und Gewerbeschulen 2c. Von **Eduard Japing**, dipl. Ingenieur und Redacteur, früher Eisenwerks-Director. Mit 98 Abbild. 37 Bog. 8. Eleg geh. 3 fl. 30 kr. ö. W. = 6 Mark

---

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

XCVIII. Band. **Die Keramik** oder **Die Fabrikation von Töpfer-Geschirr, Steingut, Fayence, Steinzeug, Terralith, sowie von französischem, englischem und Hart-Porzellan.** Anleitung für Praktiker zur Darstellung aller Arten keramischer Waaren nach deutschem, französischem und englischem Verfahren. Von **Ludwig Wipplinger.** Mit 45 Abbildungen. 24 Bogen. 8. Geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

IC. Band. **Das Glycerin. Seine Darstellung, seine Verbindungen und Anwendung in den Gewerben, in der Seifen-Fabrikation, Parfumerie und der Sprengtechnik.** Für Chemiker, Parfumeure, Seifenfabrikanten, Apotheker, Sprengtechniker und Industrielle geschildert. Von **S. W. Koppe.** Mit 10 Abbildungen. 13 Bogen. 8. Geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

C. Band. **Handbuch der Chemigraphie, Hochätzung in Zink für Buchdruck mittelst Umdruck von Autographien und Photogrammen und directer Copirung oder Radirung des Bildes auf die Platte (Photochemigraphie und Chalkochemigraphie).** Von **W. F. Toifel.** Mit 14 Abbildungen. 17 Bogen. 8. Geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

Jeder Band einzeln zu haben. In eleganten Ganzleinwandbänden per Band 45 Kr. ö. W. = 80 Pf. Zuschlag.

Neueste Erfindungen und Erfahrungen

auf den Gebieten der praktischen Technik

der Gewerbe, Industrie, Chemie, der Land- und Hauswirthschaft.

Herausgegeben und redigirt unter Mitwirkung hervorragender Fachmänner

von

Dr. Theodor Koller.

IX. Jahrgang 1882. X. Jahrgang 1883.

Mit zahlreichen Illustrationen.

Jährlich erscheinen 13 Hefte à 36 Kr. ö. W. = 60 Pf. Ein Jahrgang complet kostet 4 fl. 50 kr. ö. W. = 7 M. 50 Pf.

Frühere Jahrgänge	I.	Jahrgang	1874	complet geh.
	II.	"	1875	" "
	III.	"	1876	" "
	IV.	"	1877	" "
	V.	"	1878	" "
	VI.	"	1879	" "
	VII.	"	1880	" "
	VIII.	"	1881	" "
	IX.	"	1882	" "

Preis per Jahrgang 4 fl. 50 kr. = 7 M. 50 Pf.

Alle neun Jahrgänge auf einmal genommen für nur 30 fl. ö. W. = 54 M.

Bei Abnahme von mindestens drei Jahrgängen auf einmal jeder Jahrgang 3 fl. 60 kr. ö. W. = 6 M. 50 Pf. Einbanddecken für jeden Jahrg. 60 Kr. ö. W. = 1 M. 20 Pf. Einbände pro Jahrg. 1 fl. ö. W. = 1 M. 75 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Die Galvanoplastik.

Ausführliche praktische Darstellung

des

galvanoplastischen Verfahrens

in allen seinen Einzelheiten.

Von

Julius Weiß.

Mit 24 Abbildungen.

Zweite durchaus umgearbeitete und zeitgemäß verbesserte Auflage.

Wien. Pest. Leipzig.

A. Hartleben's Verlag.

1883.

Erste Wiener Vereins-Buchdruckerei.

Vorwort zur ersten Auflage.

Die Galvanoplastik wird unausgesetzt so vielfach in ihrem praktischen Theile gehoben und auch theoretisch so reichlich gefördert, daß es für den sich dafür Interessirenden von großem Vortheil ist, wenn zu den wenigen Werken über Galvanoplastik ein neues hinzugefügt wird, welches kurz und übersichtlich abgefaßt ist und nicht nur die besten Methoden, Rathschläge und Recepte angiebt, sondern auch die neuesten Vorschriften und wissenschaftlichen Erfahrungen in diesem reichen Fache klar, deutlich und faßlich darbietet.

Um diesen Zweck zu erreichen, bemühte sich der Verfasser mit Zugrundelegung der erfahrensten und tüchtigsten Autoren und mit dem eigenen Studium der neuesten in- und ausländischen Erfindungen in möglichster Vollständigkeit und klarer, leicht faßlicher Darstellung ein Werk zu liefern, welches allen Lesern und Schülern, Praktikern und Gelehrten ein sicherer Führer sei.

Damit aber das Buch auch Denjenigen nütze, die ohne Vorkenntnisse es benützen wollen, enthält dasselbe auch die nothwendigsten Lehren über Elektricität und geht systematisch die verschiedenen Materialien, Hilfsmittel, Apparate und Verfahrungsweisen durch, bis es auf den jetzigen Standpunkt der Vollkommenheit in der praktischen Galvanoplastik gelangt ist.

Auf diese Weise sowohl dem Laien, als auch dem Fachmanne dienend (und bei der Reichhaltigkeit des Inhaltes), dürfte diese Arbeit Vielen ein willkommenes Handbuch werden, was wir aufrichtig wünschen.

Der Verfasser.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Der erste schüchterne und schwache Versuch mit der Herausgabe dieses Werkes hat mir den Beweis geliefert, daß die Art und Weise der Bearbeitung keine mißlungene, obwohl die Behandlung der einzelnen Abtheilungen, Verfahren 2c. dem heutigen Standpunkte der praktischen Erfahrungen bei Weitem nachsteht. Es war dies auch nicht anders zu erwarten, wenn man sich vorstellt, daß gerade dieser ebenso lohnende wie dankbare und interessante Industriezweig in kürzester Zeit Gemeingut aller Derer geworden ist, welche nur irgendwie davon Nutzen zu ziehen in der Lage sind. In alle Metallwerkstätten, welche sich mit feineren Erzeugnissen aus Messing, Bronze 2c. beschäftigen, namentlich allen Lampenfabriken ist die Galvanoplastik heimisch geworden, obwohl noch Tausende von Specialisten sich nur damit beschäftigen, „für Andere zu galvanisiren", d. h. zu vernickeln, versilbern, vergolden 2c.

So ist aus dem schwächlichen Knäblein, als welches wir die Galvanoplastik vor einem Decennium kannten, ein kräftiger, gesunder, lebensvoller Mann geworden, und Dasjenige nachzuholen, diejenigen Errungenschaften, welche uns die jüngsten Jahre gebracht haben, unseren Lesern und Schülern zugänglich zu machen, alte Uebelstände und Incorrecta vermeidend, und also ein zeitgemäßes Ganze und Nutztragendes zu schaffen, das ist der Zweck dieser zweiten Auflage. Möge sie uns glücken!

Der Verfasser.

Einleitung.

Geschichtliche Entwicklung der Galvanoplastik.

Die Galvanoplastik, jene Kunst, durch welche man auf irgend einem leitenden Modelle, welches die negative Elektrode eines Volta'schen Apparates bildet, ein Metall niederschlägt, dessen Theile einen festen Zusammenhang haben und dadurch den Abdruck der Oberfläche des Modells annehmen, beruht eigentlich auf allgemeinen Principien, welche schon seit 1807 bekannt sind; denn dem berühmten Humphry Davy gelang es zu dieser Zeit mittelst einer kolossalen galvanischen Batterie, die Alkalien, die man bis dahin für einfache Stoffe hielt, zu zerlegen. Die Kunst nun, mittelst elektrischen Stromes metallische Auflösungen zu trennen und das Metall als feste Masse abzuscheiden, wurde fast gleichzeitig in England von Spencer, und in Rußland von Jacobi zu praktischen Zwecken angewendet. Der Zufall leitete beide Physiker auf dieselbe Idee, nämlich die, daß man mit einer **gesättigten** Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd experimentiren müsse, damit der Niederschlag alle erforderlichen Eigenschaften der Gleichartigkeit und der Festigkeit verbinde, und dies

machte sie zu den Erfindern der Galvanoplastik. Obwohl Spencer einige Jahre früher sich, und zwar um Buchstaben zum Typendrucke zu gewinnen, der Galvanoplastik bediente, ist es doch zweifelhaft, welchem von diesen beiden Physikern die Ehre der Erfindung zuerkannt werden muß.

Schon im Jahre 1838 producirte Spencer die vertiefte Copie einer Kupfermünze. Er selbst schreibt darüber: „Ich bildete mit dieser Münze und einer runden Zinkplatte ein Volta'sches Paar, wie zuvor, und schlug darauf eine Kupferschicht von ungefähr einem Millimeter Dicke nieder; darauf löste ich sorgfältig, aber etwas mühsam den gebildeten Niederschlag ab. Ich untersuchte das Resultat mit der Loupe und sah alle Einzelnheiten meiner Münze mit bewunderns-werther Treue auf dem Volta'schen Gegenbilde ausgedrückt. Ich erneuerte denselben Versuch mit derselben Münze, denn ich wollte ein Modell erhalten, welches dicker wäre und mehr Widerstand leistete. Ich ließ also den Niederschlag langsam erfolgen und eine beträchtliche Dicke erreichen; als ich ihn aber von der Münze ablösen wollte, fand ich die beiden Oberflächen eng an einander gelöthet."

Am 9. Oktober desselben Jahres wurde an der Petersburger Akademie angekündigt, daß ein Professor Jacobi aus Jauer eine Entdeckung gemacht habe, die wichtige Resultate für die Chalkographie erwarten lasse. Als nämlich Jacobi aus einer Daniel'schen Batterie nicht wie gewöhnlich das abgesetzte Kupfer beseitigen wollte — beobachtete er, daß die Metallablagerung genau die Form der Oberfläche der Wandung des Gefäßes, in dem die Kupferlösung sich befand, wiedergab. Hierdurch kam er auf den Gedanken: ob man diese Ablagerung nicht zur Abformung von Gegenständen benützen könnte? — und der Erfolg bestätigte seine Gedanken. Jacobi selbst schrieb im folgenden Jahre, den 21. Juni 1839,

darüber an Faraday: „Schon vor einiger Zeit wurde ich in Verfolg meiner Untersuchungen über den Elektromagnetismus durch einen glücklichen Zufall auf eine wichtige Entdeckung geführt; sie besteht darin, daß man mit Hilfe eines Volta'schen Stromes Abdrücke in erhabener Manier von gravirten Kupferplatten erhalten kann, und daß ein neuerer Abdruck derselben Abdrücke in vertiefter Manier mit Hilfe desselben Verfahrens erhalten werden kann. Wir besitzen also ein Mittel, die Exemplare einer gravirten Kupferplatte in's Unendliche zu vervielfältigen. Dieses Verfahren giebt die zartesten Linien wieder, selbst diejenigen, welche nur mittelst des Mikroskops sichtbar sind. Die Copie und das Original gleichen einander so sehr, daß die genaueste Untersuchung nicht den geringsten Unterschied herausstellt. Der von mir gewählte Apparat ist ein einfaches Volta'sches Paar mit Scheidewand; das Kupferblech, welches man gewöhnlich anwendet, wird durch die gravirte Platte in der Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd ersetzt rc.*). Was die Auflösung des schwefelsauren Kupferoxydes betrifft, so ist es für den Erfolg der Operation von höchster Wichtigkeit, daß sie vollständig gesättigt bleibt. Die Einwirkung darf nicht zu schnell sein; 50—60 Gran Kupfer müssen alle 24 Stunden auf jeden Quadratzoll reducirt werden rc. Es versteht sich, daß man das verbrauchte Kupfer im schwefelsauren Kupferoxyd wieder ersetzen kann, indem man durch die Auflösung dieses Salzes mit Hilfe kupferner Elektroden den durch die Einwirkung eines einzigen Volta'schen Paares erzeugten Strom streichen läßt. In diesem Falle oxydirt nicht die Anode in dem Maße, als die Kathode sich mit reducirtem

---

*) Das nun geschilderte Verfahren wird im dritten Theile dieses Werkes genau beschrieben; dann fährt Jacobi in seinem Briefe weiter fort:

Kupfer überzieht. Der Theorie nach wäre man berechtigt zu glauben, daß die Menge Kupfer, welche an der Anode oxydirt wird, genau der Menge Kupfer gleich sein müsse, welche an der Kathode reducirt wird, aber in der Wirklichkeit habe ich immer zwischen diesen beiden Quantitäten einen mehr oder weniger auffallenden Unterschied gefunden. Die Anode verliert immer mehr, als die Kathode gewinnt. Dieser Unterschied scheint fast constant zu sein; wenigstens nimmt er nicht zu, wenn man den Versuch eine gewisse Zeit lang fortsetzt. Eine durchaus gesättigte Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd ist durch zwei Elektroden von demselben Metalle nicht zerlegbar, sogar dann nicht, wenn man eine Batterie von drei bis vier Paaren anwendet. Die Magnetnadel weicht zwar gerade in dem Augenblicke, wo man die Kette schließt, stark ab, aber die Declination nimmt zusehends ab, und die Nadel kehrt rasch bis beinahe auf Null zurück. Wenn man die Auflösung mit Wasser verdünnt, welches durch einige Tropfen Schwefelsäure gesäuert ist, so wird der Strom alsbald kräftig und constant, die Zerlegung schreitet mit einer merkwürdigen Regelmäßigkeit vor, und die gravirte Kathode überzieht sich mit einer Kupferschicht von einer schönen Rosafarbe. Wenn man die kupferhaltige Auflösung durch Wasser ersetzt, welches blos mit Schwefelsäure gesäuert ist, so wird das Wasser rasch zerlegt, sogar wenn man nur ein einziges Volta'sches Paar zur Erregung der Elektricität anwendet. Die Anode wird oxydirt, und der Wasserstoff entwickelt sich an der Kathode. Anfänglich findet die Reduction des Kupfers nicht statt, sie tritt erst ein, sobald die Flüssigkeit eine bläuliche Färbung annimmt: aber das Metall zeigt immer noch eine Anhäufung von Molekülen ohne festes Anhängen. Ich setzte diesen Versuch drei Tage lang fort, bis die Anode fast gänzlich aufgelöst war; die Farbe der

Auflösung wurde immer dunkler, aber die Entwicklung des Wasserstoffes an der Kathode hatte, obgleich sie auffallend nachgelassen, noch nicht vollständig aufgehört. Ich glaube, wir können aus diesen Versuchen schließen, daß bei den untergeordneten elektrolytischen Einwirkungen weder jene Gleichzeitigkeit der Wirkungen, noch jene Nöthigung, eine Combination einzugehen oder aus derselben zu treten, stattfindet, wodurch sich die elektrolytischen Einwirkungen auszeichnen. Im Verlaufe jener Versuche haben diese untergeordneten Einwirkungen mir viele Unregelmäßigkeiten gezeigt 2c. Was die chemische Bedeutung dieser galvanischen Copien anlangt, so glaube ich darauf aufmerksam machen zu müsseu, daß wir als Kathode nicht blos alle Metalle gebrauchen können, die negativer als das Kupfer sind, sondern auch gewisse positive Metalle sowohl, als ihre Legirungen — Messing ausgenommen —; obgleich diese Metalle und diese Legirungen für sich allein genommen die Kupfersalze zerlegen. So kann man z. B. abgeklatschte Kupferabdrücke (auf Druckletternmetall) erhalten, deren Zahl man beliebig vervielfältigen kann."

Nach der Veröffentlichung dieses Briefes von Jacobi an Faraday suchte und forschte man von allen Seiten, praktische Mittel zu ersinnen, diese neue Erfindung auch für die Industrie verwendbar zu machen. Schon im Jahre 1840 versuchte man es, durch die neue Kunst kleine Abformungen, wie Münzen und dergleichen Gegenstände, darzustellen, und Professor Böttger schuf die ersten hübschen Reliefkupferplatten, sowie er später die Anwendung des Galvanismus zur Erzielung von Metallüberzügen auf metallischen Gegenständen verfolgte. Kupferstecher v. Kreß und Klein nützten geätzte oder gestochene Kupferplatten zur Vervielfältigung durch die Galvanoplastik zuerst aus und machten letztere

gleichsam unentbehrlich. Becquerel, Elsner, Smee, Knolz, Elkington, Braun u. A. m. verbesserten diese Kunst immer mehr. Wie weit nun und in welch' verschiedenen Richtungen die Galvanoplastik sich ausgebildet hat, welche große Ausdehnung diese Erfindung schon gewonnen hat, vor Allem aber das Wesen und die wichtigsten, einfachsten und bewährtesten Methoden der Galvanoplastik und der durch sie entstandenen Praktiken, wie: Galvanographie, Glyphographie oder Galvanoglyphik, Galvanochromie, Galvanometallurgie, Galvanostegie, Galvanotypie, galvanoplastische Färbung der Metalle rc. darzustellen, dies Alles soll die Aufgabe der nachfolgenden Blätter sein.

Erster Theil.

Allgemeine Grundlehren über den Galvanismus.

Capitel I.

Elektricität und Galvanismus.

In allen galvanoplastischen Anstalten, in allen Fabriken, welche sich der galvanischen Arbeiten bedienen, sei es zur Reproduction gegebener Originale oder zur Verschönerung und Veredelung unschöner Metallflächen, finden wir sogenannte „Galvaniseure", d. h. selbstständige Arbeiter, welche das ganze galvanoplastische Geschäft besorgen. Unstreitig finden sich zahlreiche tüchtige und praktisch erfahrene Männer darunter; da dieselben aber großentheils aus dem Arbeiterstande sich heranbilden, so fehlt ihnen jede wissenschaftliche Grundlage, ohne welche ein sicheres Arbeiten unmöglich ist, ja, ganz gewiß unmöglich ist, wenngleich ich weiß, daß viele von diesen Herren Galvaniseuren sich als „unfehlbar" selbst betrachten und jede eingehende Besprechung über das Wesen ihres Broderwerbes kurzweg ablehnen. Und warum? Weil sie über das rein „Mechanische" nicht hinausgekommen und jeden Theoretiker „verlachen". Allein, dies dauert seine Zeit, und wiewohl nicht zu läugnen, daß jeder praktisch Gebildete mehr

leistet, wie der rein theoretisch Gelehrte, so kommt doch die Zeit, wo das „Hic haeret aqua" — aus purer Unwissenheit — sich einstellt und der Herr „Doctor" helfen muß. Derselbe nämlich, der kurz zuvor als Ignorant bemitleidet wurde! — Daher meine ich, daß eine ganz kurzgefaßte Erklärung über das Wesen der „Elektricität" und das des „Galvanismus" absolut geboten ist, weshalb die nachstehenden Zeilen jedem einsichtsvollen Schüler bestens empfohlen werden.

Durch das Reiben eines Körpers an einem anderen entsteht „Schall, Wärme und Licht", von denen wir wissen, daß sie durch schwingende Bewegung erzeugt werden. Eine andere Art von Erscheinungen durch das Reiben gewisser Körper, wie: Bernstein, Siegellack, Glas, Guttapercha rc., an wollenem Zeuge sind: Anziehungskraft leichter Körperchen, schwacher Lichtschein und eigenthümliches Knistern. Diese so erzeugte Kraft ist die „Elektricität".

Als Quellen der Elektricität sind alle Körper zu betrachten, jedoch unterscheidet man „Leiter" und „Nichtleiter", d. h. diejenigen Körper, welche durch Reiben überall, ihrer ganzen Ausdehnung nach elektrisch werden, — die Ersteren — und solche, welche nur an der geriebenen Stelle elektrisch sind.

Als Erreger der Elektricität dienen gar viele Umstände: die geringste Verschiedenheit zweier Körper nach Stoff, Härte, Politur, Farbe, Gestalt, Anordnung der Massentheile, der Temperatur, selbst die geringste Verschiedenheit in der Zeit und der Tiefe des Eintauchens zweier Metalle in Flüssigkeiten, und sogar die Muskelbewegung thierischer Körper, selbst Schall und Licht rufen Elektricität hervor.

Eine besondere Art dieser Elektricität, nicht durch Reibung, sondern durch Berührung erzeugt, ist der „Elektro-

magnetismus", und die durch chemische Processe erzeugte „Galvanismus" genannt, obwohl ihre charakteristischen Erscheinungen und Wirkungen zusammenfallen.

Stoffe, welche die Neigung haben, sich am innigsten mit einander zu verbinden, zeigen sich am stärksten elektrisch, die Säuren sind negativ, die Alkalien positiv elektrisch. Werden demnach die Poldrähte einer thätigen Kette in eine chemische Verbindung gebracht, so begiebt sich der die Rolle der Säure übernehmende Antheil an den „positiven", der andere entgegengesetzte an den „negativen Pol"; z. B. bei Wasser, bestehend aus Wasserstoff und Sauerstoff, letzterer negativ, ersterer positiv, begiebt sich Sauerstoff an den positiven Pol, der positive Wasserstoff an den entgegengesetzten (negativen) Pol (das Kupfer).

Durch einen sehr schwachen und in seiner Wirkung beständigen Strom wird Metall aus einer Lösung in außerordentlich zarten Körnerchen abgeschieden, die in hinreichender Menge die Oberfläche eines Körpers (Münze, Gypsabdruck, Holzschnitt, Guttaperchaform 2c.) so überziehen können, daß man dadurch verkupfert, versilbert, vergoldet 2c. oder eine genaue vertiefte Form, „Matrize", erhält.

Um eine kurze Uebersicht über die verschiedenen Arten von Elektricität zu geben, möge Folgendes dienen:

Man kennt:

a) Elektricität durch Reibung (Elektrisirmaschine),
b) " " Berührung (Voltaismus),
c) " " Magnetismus (Magnetoelektricität),
d) " " Wärme (Thermoelektricität),
e) " " chemische Vorgänge (Galvanoplastik),
f) " " organische Thätigkeit,
g) " " Licht und Schall,
h) " " verschiedene Mittel (Druck, Spalten, Capillarität 2c.).

§. 1. Galvanismus.

Wie wir aus der geschichtlichen Einleitung zu diesem Werke ersehen haben, beruht die Galvanoplastik oder das Ueberziehen einer beliebigen Metallfläche durch ein darauf niedergeschlagenes Metall, oder die plastische Nachbildung durch ein auf einem leitenden Original abgelagertes Metall auf der chemischen Zersetzung von Metallsalzen.

Der Galvanismus oder die Contactelektricität, oder Hydroelektricität, auch Voltaismus genannt, ist nur durch die eigenthümliche Art seiner Erregung von der gewöhnlichen unterschieden, indem er durch bloße Berührung ungleichartiger Metalle entsteht. Wenn sich z. B. ein Stück Zink und ein Stück Kupfer wechselseitig berühren, so wird das Zink „positiv-" das Kupfer aber „negativ-elektrisch." Diese Erscheinung kann durch empfindliche Elektroskope beobachtet werden.

„Galvanismus" heißt diese Elektricität von ihrem Entdecker, Luigi Galvani, Professor der Medicin und Anatomie in Bologna, der im Jahre 1789 die Beobachtung machte, daß ein frisch präparirter Froschschenkel, welcher an einem kupfernen Haken befestigt war, in Zuckungen geräth, wenn man denselben mittelst dieses Hakens auf ein Eisen hängt. Da diese Erscheinung auch eintritt, wenn aus einer Elektrisirmaschine in der Nähe Funken gezogen werden, so schloß Galvani, daß in dem thierischen Organismus Elektricität vorhanden sein müsse; denn auf den wirklichen Grund der Beziehung der beiden Metalle, des Kupfers und des Eisens, zu dieser Erscheinung, kam er nicht.

Alexander Volta, Professor zu Pavia, machte zuerst die Erfahrung, daß durch die Berührung des Kupfers und Eisens dieselbe oben angedeutete Erscheinung eintritt, daß

überhaupt durch die Berührung zweier verschiedener Metalle Elektricität hervorgerufen wird, und nannte diese Contact- oder Berührungselektricität, zum Unterschiede von der **„Frictions-“** oder **„Reibungselektricität“**, der **„Thermo-“** oder **„Wärmeelektricität“** und endlich der **„Magnetelektricität“**.

§. 2. Elektricität.

Diese verschiedenen Arten von Elektricitäten erregen die Frage: was ist Elektricität? Verschiedene Körper, wie Glas, Siegellack, Harz, Kautschuk 2c., erlangen, wenn sie mit gewissen andern Körpern, wie Seide, Wolle, Raubthierpelze gerieben werden, die Eigenschaft, leichte Körperchen anzuziehen. Diese Eigenschaft war den Griechen nur am Bernstein „ελεκτρον“ bekannt. Die Bezeichnung **„Elektricität“** stammt daher auch von diesem griechischen Namen des Bernsteines. Erst im Jahre 1600 entdeckte **W. Gilbert**, daß auch Glas, Siegellack, Schwefel und Edelsteine durch Reiben dieselbe Eigenschaft erlangen.

Hat man einen dieser Körper kräftig gerieben, so werden die Körperchen, welche angezogen und einen Augenblick festgehalten, wieder abgestoßen. So lange ein geriebener Körper diese Eigenschaft zeigt, wird er elektrisch genannt. Das Hervorrufen des elektrischen Zustandes heißt Elektrisiren. Hieraufhin schließt man, daß jeder elektrische Körper den unelektrischen anziehe.

§. 3. Leiter und Nichtleiter.

Es zerfallen nämlich alle Körper in zwei Classen: in solche, welche durch Reiben ihrer Oberfläche elektrisch werden, aber nur an der geriebenen Stelle, und in solche, welche durch Reiben unter den gewöhnlichen Umständen nicht elektrisch

werden, wohl aber dadurch, daß man sie mit einem bereits elektrisch gemachten Körper in Berührung bringt, in welchem Falle der elektrische Zustand, wenn die Berührung auch nur an einem Punkte stattfand, über die ganze Oberfläche sich verbreitet. Befestigt man z. B. vorne an einer zu elektrisirenden Glasröhre mittelst eines durchbohrten Korkes einen langen, nicht zu dünnen, vorne abgerundeten Metalldraht, so zeigt sich, nachdem die Röhre gerieben worden, auch der Draht, sowie der Kork elektrisch. Da weder der Draht noch Kork gerieben worden sind, so muß sich die Elektricität von der Glasröhre über sie ausgebreitet haben. Man sagt in diesem Falle, der Draht sei durch Mittheilung elektrisch geworden. Nimmt man statt des Drahtes eine Siegellackstange, so treten diese Erscheinungen nicht ein. Ueber manche Körper verbreitet sich demnach die Elektricität leicht, während andere der Ausbreitung der Elektricität einen größeren oder geringeren Widerstand entgegensetzen; die ersteren werden **„Leiter“** oder **„Conductoren der Elektricität“**, oder richtiger „gute Leiter“, die anderen aber **„Nichtleiter“**, oder richtiger „schlechte Leiter“ der Elektricität genannt.

Die Ausdrücke Leiter und Nichtleiter sind eigentlich falsch, da jeder Körper ein Leiter der Elektricität und die Grenze der Leistungsfähigkeit bei ein und demselben Körper je nach seiner Beschaffenheit oft eine verschiedene ist; so ist Glas in der Hitze sogar ein guter Leiter. Körper, die sich je nach der stärkeren oder schwächeren Spannung der Elektricität, als Leiter oder als Nichtleiter zeigen, werden „Halbleiter“ genannt.

Damit Körper die ihnen mitgetheilte Elektricität behalten, müssen dieselben „isolirt“, d. h. mit schlechten Leitern umgeben werden, welche deshalb auch „Isolatoren“ heißen.

Gute Leiter sind alle Metalle, vor allen: Kupfer und Silber, sodann Holzkohle, Graphit, Coakes, Säuren, Kochsalzlösung, Metalle, Seewasser, Quellwasser, Regenwasser, Schnee, thierische Flüssigkeiten, lebende Pflanzentheile, lebende thierische Theile, lösliche Salze, Leinöl, Baumwolle, Flamme, Rauch, verdünnte und feuchte Luft (Dampf).

Halbleiter sind: Alkohol, Aether, feuchte Erde und Steine, Glaspulver, Schwefelblumen, trockenes Holz, Marmor, Papier, Stroh, Eis bei 0 Grad.

Nichtleiter sind: Metalloxyde, fette Oele, durchsichtige, trockene Krystalle, Asche von vegetabilischen und thierischen Körpern, Eis bei 25 Grad Celsius, Phosphor, Kalk, Kreide, Lycopodiumsamen, natürlicher kohlensaurer Baryt, kieselartige und thonartige Steine, Steinkohle, Kautschuk, Kampher, ätherische Oele, Porzellan, Leder, trockenes Papier, Federn, Haare, Wolle, gefärbte, gebleichte und rohe Seide, Edelsteine, auch der Diamant, Glimmer, Glas, Wachs, Schwefel, Harze, Bernstein und Schellack.

§. 4. Positive und negative Elektricität.

Nun giebt es zwei entgegengesetzte Elektricitäten: die „positive“ und die „negative“. Die **„positive Elektricität“** erklärt sich als Ueberschuß, die **„negative“** als Mangel; der „unelektrische Zustand“ als Mittelmaß einer in allen Körpern vorhandenen elektrischen Materie. Durch gewisse Einflüsse, als Reibung von Nichtleitern, Berührung von heterogenen Leitern, Annäherung elektrischer Körper, wird in den Körpern die elektrische Thätigkeit dergestalt rege, daß sich die entgegengesetzten Elektricitäten polarisch trennen und an ihren entgegengesetzten Enden zur Erscheinung kommen; dadurch wird das Bestreben beider Elektricitäten nach Ausgleichung rege. Wenn man z. B. eine Schellackstange

mit Wollenzeug reibt, so zieht diese kleine Körperchen, z. B. ein an einem seidenen Faden aufgehängtes Korkkügelchen an, und stößt es, nachdem es elektrisch geworden, wieder ab. Reibt man eine Glasröhre mit Seide, so geschieht ganz dasselbe. Nähert man nun das von dem Schellack abgestoßene Kügelchen dem Glase, so wird es von diesem angezogen, und umgekehrt wird das vom Glase abgestoßene Kügelchen vom Schellack angezogen. Berührt oder elektrisirt man zwei Korkkügelchen, beide durch Glas oder beide durch Schellack, so stoßen sie einander ab. Zwei durch Mittheilung aus derselben Quelle elektrisch gewordene Körper stoßen somit einander stets ab, die Elektricitätsquelle mag nun eine Glasröhre, Harzstange oder was sonst sein. Nähert man aber einem durch mit Seide geriebenem Glase elektrisirten Kügelchen ein durch mit Wolle geriebenem Harze elektrisirtes Kügelchen, so ziehen sie sich an. Hieraus folgt, daß es zwei entgegengesetzte Elektricitäten giebt, welche man „Glas-" und „Harzelektricität" genannt hat.

Da sich später zeigte, daß sich durch Anwendung verschiedener Reibzeuge in demselben Körper sowohl **Glas-** als **Harzelektricität** erzeugen läßt und in zwei mit einander geriebenen Körpern immer der eine die eine, der andere die andere Elektricität erhält, so nennt man nun die der Glaselektricität entsprechende die „positive" und bezeichnet sie mit + E, und die der Harzelektricität entsprechende die „negative Elektricität" und bezeichnet sie mit — E; diese beiden entgegengesetzten Elektricitäten wurden zuerst 1733 von Dufay erkannt, und er setzte auch das Gesetz der elektrischen Polarität auf, nämlich: Gleichnamige elektrische Körper stoßen einander ab, ungleichnamige elektrische Körper ziehen einander an.

§. 5. Polarität.

Die „elektrische Polarität" erklärt man sich auf zweierlei Art, indem sowohl Benjamin Franklin als Robert Symmer jeder eine andere Hypothese aufstellten. Franklin nahm an, daß jeder Körper von Natur eine gewisse Menge eines und desselben elektrischen Fluidums enthalte; daß er, so lange diese Menge unverändert dieselbe bleibe, unelektrisch sei; daß ferner ein Körper, je nachdem er mehr oder weniger als diese bestimmte Menge elektrische Materie enthalte, positiv oder negativ elektrisch sei. Dieser Hypothese verdanken die Bezeichnungen „positiv und negativ elektrisch" ihren Ursprung.

Nach der **„Symmer'schen"** Hypothese giebt es zwei elektrische Fluida, ein positives und ein negatives, und die Theilchen jedes dieser Fluida stoßen einander gegenseitig ab, ziehen aber die des anderen Fluidums an. Jeder Körper enthält nach dieser Hypothese von Natur beide Fluida in gleicher Menge, so daß sie einander gegenseitig im Gleichgewichte halten. Ein Körper ist positiv oder negativ elektrisch, je nachdem er einen Ueberschuß an positivem oder negativem Fluidum besitzt. Zwei gleichmäßig elektrische Körper stoßen sich ab, weil beide einen Ueberschuß desselben Fluidums haben und dessen Theilchen einander abstoßen; zwei ungleichnamig elektrische Körper ziehen sich an, weil der eine einen Ueberschuß an positiver Elektricität, der andere einen Ueberschuß an negativer Elektricität besitzt und die Theilchen des einen Fluidums die des anderen anziehen. Diese Hypothesen haben viel für und gegen sich; nach den neuesten Untersuchungen soll die Elektricität in Schwingungen des Aethers bestehen.

Was die positive und die negative Elektricität unter einander betrifft, so sind sie wesentlich nicht viel von einander

unterschieden, und zeigen, abgesehen davon, daß die durch sie hervorgerufenen Lichterscheinungen sich anders gestalten, sonst fast ganz gleiche Wirkungen.

Bei den meisten Körpern äußert sich sowohl die positive als negative Elektricität nur sehr schwach, weshalb man zu deren Erkennung und Messung eigene Apparate, die sogenannten Elektroskope*), erfunden hat.

§. 6. Der galvanische Strom.

Um nun die Elektricität erheblich zu verstärken, ersann Volta einen Apparat, die sogenannte **„Volta'sche Säule"**; er machte die Beobachtung, daß bei Berührung von einer runden Scheibe aus Kupfer und einer solchen aus Zink, das Zink **„positiv"**, das Kupfer dagegen **„negativ"** elektrisch wurde, und auf diese Beobachtung fußend, errichtete er die nach ihm benannte **„Volta'sche Säule"** oder **„Volta'sche Kette"**. Diese besteht aus Zink- und Kupferplatten, die zwischen zwei Glasstäbchen aufgeschichtet und durch Pappe- oder Tuchscheiben, welche mit Kochsalzlösung und sehr verdünnter Schwefelsäure getränkt sind, geschieden werden. Die Säule ist so geordnet, daß, wenn die unterste Platte eine Zinkplatte ist, darauf eine Kupferplatte, dann eine angefeuchtete Tuchscheibe und hierauf in derselben Ordnung wieder Zink, Kupfer und Tuch folgt. Die oberste Platte muß sodann eine Kupferplatte sein. Die beiden Enden der Säule nennt man die **„Pole"**, und zwar das **Zinkende** den **„positiven"** oder den **„Zinkpol"**, das **Kupferende** den **„negativen"** oder **„Kupferpol"**. Sind

---

*) Dergleichen Apparate sind vorzüglich fünf im Gebrauche: Das Goldblatt-Elektroskop, das Henley'sche Quadranten-Elektrometer, das Carls'sche Tangenten-Elektrometer, die Coulomb'sche Torsionswaage oder Drehwaage und das Dellmann'sche Elektrometer.

diese beiden Pole durch einen Draht, den sogenannten **„Schließungs-“** oder **„Polardraht“**, verbunden, so sagt man, die Kette ist geschlossen: findet dieses nicht statt, so sagt man, die Kette ist offen.

Ist die Kette an einer isolirten Volta'schen Säule geschlossen, so findet eine immerwährende Ausgleichung der Elektricitäten, somit ein elektrischer oder „galvanischer Strom“ statt, indem durch die Drähte die entgegengesetzten Elektricitäten zu einander übergehen, d. h. die positive Elektricität vom Zinkpole geht durch den Leitungsdraht nach dem negativen Pole zum Kupfer und von da durch die Säule wieder nach dem positiven Pole, dagegen geht der negative Strom entgegengesetzt, also den umgekehrten Weg.

Capitel II.

Galvanismus im Besonderen.

§. 1. Erreger des Galvanismus und der Elektricität.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß nicht alle Metalle durch Berührung mit einander gleich stark und in gleicher Weise elektrisch sind. Viele Versuche haben es ermöglicht, daß man die Metalle und einige in dieser Hinsicht ihnen ähnliche, nichtmetallische Körper in eine solche Reihe ordnen kann, daß jedes Glied, mit jedem darauf folgenden in Berührung gebracht, positiv elektrisch, mit jedem vorhergehenden negativ elektrisch wird, wodurch die Spannung der durch je zwei derselben erzeugten Elektricität um so größer wird, je weiter sie in dieser Reihe von einander stehen. Diese Reihe ist mit Weglassung einiger weniger wichtigen Glieder folgende: + (positiv) Zink, Eisen, Zinn, Blei, Kupfer, Quecksilber, Silber, Gold, Platin, Kohle, Braunstein und Graphit. — Diese Anordnung der Metalle und nichtmetallischen Leiter wird die elektrische Spannungsreihe genannt.

Es ist daher eine galvanische Kette aus Platin und Zink stärker, als eine aus Blei und aus Zink u. s. w. Es kommt aber hierbei nicht auf die Anzahl der Zwischenglieder an, denn eine Kette aus Platin und Eisen ist viel schwächer als eine aus Kupfer und Zink, obgleich dort sechs und hier nur drei Zwischenglieder sind. Ebenso geben Platin und Gold, oder Gold und Silber oder Silber und Kupfer mit einander zur Kette verbunden, nur eine sehr schwache Wirkung.

Aber auch Metallgemische oder Legirungen können, obwohl noch keine allgemeinen Regeln hierüber aufgestellt sind, angewendet werden, so bietet das Zinkamalgam, aus Zink und Quecksilber, einen besseren Leiter als Zink wie Messing einen ebenso guten; Kupfer, einen noch besseren, eine Verbindung von 38 Theilen Quecksilber, 22 Theilen Zinn und 12 Theilen Zink, indeß ist letztere Composition außerordentlich brüchig.

Die Größe der bei Berührung zweier Glieder der Spannungsreihe auftretenden galvanischen Kraft hängt allein von der Natur der sich berührenden Metalle und durchaus nicht von der Größe der Berührungsfläche ab; denn berühren sich eine isolirte Zink- und eine isolirte Kupferplatte, so wird sich eine bestimmte Menge positiver Elektricität auf der Zinkplatte und eine gleiche Menge negativer Elektricität auf der Kupferplatte verbreiten; bringt man aber z. B. die Kupferplatte mit der Erde in leitende Verbindung, so wird deren negative Elektricität abgeleitet, die positive Elektricität auf der Zinkplatte jedoch verdoppelt sich, die elektrische Spannung ist nämlich in beiden Fällen die gleiche. Wir haben oben gesagt, daß die elektrische Differenz zwischen zwei Metallen um so größer wird, je weiter sie in der Spannungsreihe auseinanderliegen, die elektrische Differenz zwischen irgend zwei Gliedern der Spannungsreihe ist aber

auch gleich der Summe der elektrischen Differenzen dieser und der Zwischenglieder.

Elektricitätserregung findet jedoch nicht allein durch den Contact zwischen Metallen, sondern auch durch den Contact von Metallen und leitenden Flüssigkeiten statt; so werden durch Berührung mit Wasser: Zink stark, Platin schwach negativ elektrisch; durch verdünnte Schwefelsäure: Zink stark, Eisen schwächer, Kupfer am schwächsten negativ elektrisch, dagegen Gold und Platin positiv elektrisch; durch verdünnte Salpetersäure: Eisen und Zink negativ elektrisch, Platin und Gold positiv elektrisch, Kupfer jedoch gar nicht elektrisch; durch concentrirte Salpetersäure: Zink schwach negativ elektrisch, Platin, Gold, Kupfer und Eisen positiv elektrisch; durch concentrirte Lösung von Zinkvitriol: Zink stark, Kupfer schwach negativ elektrisch, Platin positiv elektrisch; endlich durch Kalilauge fast alle Metalle negativ elektrisch. Diese Zusammenstellung zeigt, daß die flüssigen Leiter nicht dem Gesetze der Spannungsreihe folgen.

Volta unterschied daher zwei Classen von Elektromotoren und nannte die metallischen Leiter, welche dem Gesetze der Spannungsreihe folgen, die Elektromotoren der ersten Classe, die letzt aufgeführten von den Flüssigkeiten, welche dem Gesetze der Spannungsreihe nicht folgen, die Elektromotoren zweiter Classe. Die Erfahrung hat aber gelehrt, daß, wenn man zwischen zwei Elektromotoren der ersten Classe einen Elektromotor der zweiten Classe bringt, z. B. Kupfer, Zink und Flüssigkeit, so werden die ersteren im entgegengesetzten Sinne elektrisch erregt, als bei der bloßen Berührung unter einander, und zwar im Allgemeinen ebenfalls um so stärker, je weiter sie in der Spannungsreihe von einander abstehen.

Elektritätserregung findet auch ferner statt bei Berührung von Flüssigkeiten unter sich, dann bei Berührung von Metallen und Gasen, endlich werden Metalle in Berührung mit Nichtleitern, sowie Nichtleiter bei der Berührung unter sich elektrisch, so daß man allgemein sagen kann: daß je zwei heterogene Stoffe bei der Berührung elektrisch werden.

Während man jedoch die Metalle und Gase in eine Spannungsreihe zusammen ordnen kann, wobei der Wasserstoff und viele brennbaren Gase und Dämpfe zwischen Zink und Kupfer kommen, Sauerstoff, Chlor, Brom, Jod und andere dagegen erst nach der Kohle folgen, ordnen die meisten Flüssigkeiten sich nicht nach dem Gesetze der Spannungsreihe; ausgenommen davon sind nur die neutralen Schwefelsäuresalze, von der Zusammensetzung $R\,S\,O_4$, die neutralen Salpetersäuresalze von der Formel $R\,N\,O_6$ und die Chloride von der Formel $R\,Cl$, und zwar ist die Spannungsreihe dieser Salze dieselbe wie diejenige ihrer Metalle.

§. 2. Strom und Stromstärke.

Wir haben gesehen, daß man die Anwendung der sogenannten geschlossenen galvanischen Kette erhält, wenn man zwei ungleichartige Metalle, während sie sich in einem Punkte oder in mehreren Punkten metallisch berühren, an anderen Stellen durch eine Flüssigkeit in Verbindung bringt, was man z. B. bewirken kann, indem man zwischen je zwei aufeinander liegenden Platten eine feuchte Tuchscheibe einschiebt, in der Art, daß sich die Platten noch an einem Rande berühren, oder indem man beide Platten in ein Gefäß mit Flüssigkeit taucht und mit ihren oberen Rändern, zusammenneigt oder durch einen Draht verbindet. In einer solchen geschlossenen galvanischen Kette finden die entgegen-

gesetzten Elektricitäten durch die Flüssigkeit und den Draht hindurch ihren Weg, sich zu vereinigen. Aber in dem Maße, als ihre Vereinigung erfolgt, entwickeln sich auch durch die fortdauernde Berührung neue Mengen von beiden entgegengesetzten Elektricitäten, die sich wieder durch die Flüssigkeit vereinigen u. s. w., so daß auf diese Weise eine fortwährende Strömung entgegengesetzter Elektricitäten nach entgegengesetzten Richtungen entsteht, die sich in jedem Augenblicke vereinigen und von Neuem wieder erzeugen. Dieser Vorgang oder diese in der geschlossenen galvanischen Kette stattfindende continuirliche Bewegung der beiden Elektricitäten nennt man: elektrischen oder galvanischen Strom.

Die Stärke dieses Stromes hängt von zwei Umständen ab: **1. Von der Natur der in Berührung befindlichen Metalle und Flüssigkeiten,** indem z. B. Silber und Zink beim Eintauchen einen stärkeren Strom erzeugen, als Kupfer und Zink. **2. Von dem Widerstande, welchen der elektrische Strom auf seinem Wege zu überwinden hat.** Lange und dünne Drähte setzen dem Durchgang dieses Stromes einen größeren Widerstand entgegen als kurze und dicke Drähte; flüssige Körper erzeugen einen mehr als Millionen Mal größeren Widerstand, als ein Stück Kupfer von gleicher Gestalt mit der in der Bahn des Stromes befindlichen Masse der Flüssigkeit. Die Stärke des Stromes steht somit im geraden Verhältnisse mit der Größe der Spannung der durch die Berührung der verschiedenen Körper erzeugten Elektricität; und im umgekehrten Verhältnisse mit dem in der galvanischen Kette befindlichen Widerstande. Dieses Gesetz wird das Ohm'sche Gesetz genannt. Die elektromotorische Kraft oder Stromstärke hängt somit von der Stellung der sich berührenden Metalle in

der Spannungsreihe, von der Natur der sie umgebenden Flüssigkeit und von der Zahl der Plattenpaare oder der Elemente ab. Der Widerstand in einem Leiter ist der Länge desselben direct, dem Querschnitte und dem specifischen Leitungsvermögen umgekehrt proportionirt.

Müller giebt die specifischen Leitungswiderstände einiger Metalle, wenn man den Leitungswiderstand des Quecksilbers als Einheit annimmt, folgendermaßen an: Quecksilber 1·0000, Neusilber 0·3527, Blei 0·3250, Platin 0·1314, Eisen 0·1176, Zink 0·0857, Messing 0·0720, Kupfer 0·0182 und Silber 0·0154.

Der Leitungswiderstand der Metalle wächst mit der Zunahme der Temperatur; doch weit größer als der specifische Leitungswiderstand der Metalle ist der der Flüssigkeiten.

Nach Becquerel ergiebt sich folgender specifischer Leitungswiderstand von gesättigter Kupfervitriollösung 18,450.000 mal, von gesättigter Zinkvitriollösung 17,330.000 mal, von gesättigter Kochsalzlösung 3,173.000 mal, von Salpetersäure 1,606.000 mal und von verdünnter Schwefelsäure, und zwar 1 Volumen Säure auf 11 Volumen Wasser, 1,128.000 mal so groß, als der des Silbers. Mit Zunahme der Temperatur nimmt der Leitungswiderstand der Flüssigkeiten ab.

§. 3. Galvanische Batterien.

Der einfachste galvanische Strom wurde in der früher geschilderten Volta'schen Säule erregt, die um so kräftiger wirkt, je mehr Plattenpaare sie besitzt. Diese Säule zeigte jedoch den Uebelstand, daß durch den Druck der Metalle die Feuchtigkeit in den Pappe- oder Tuchlappen abnahm und die Leitungsfähigkeit aufhörte. Volta construirte daher eine Reihe von Gefäßen, den sogenannten Becherapparat,

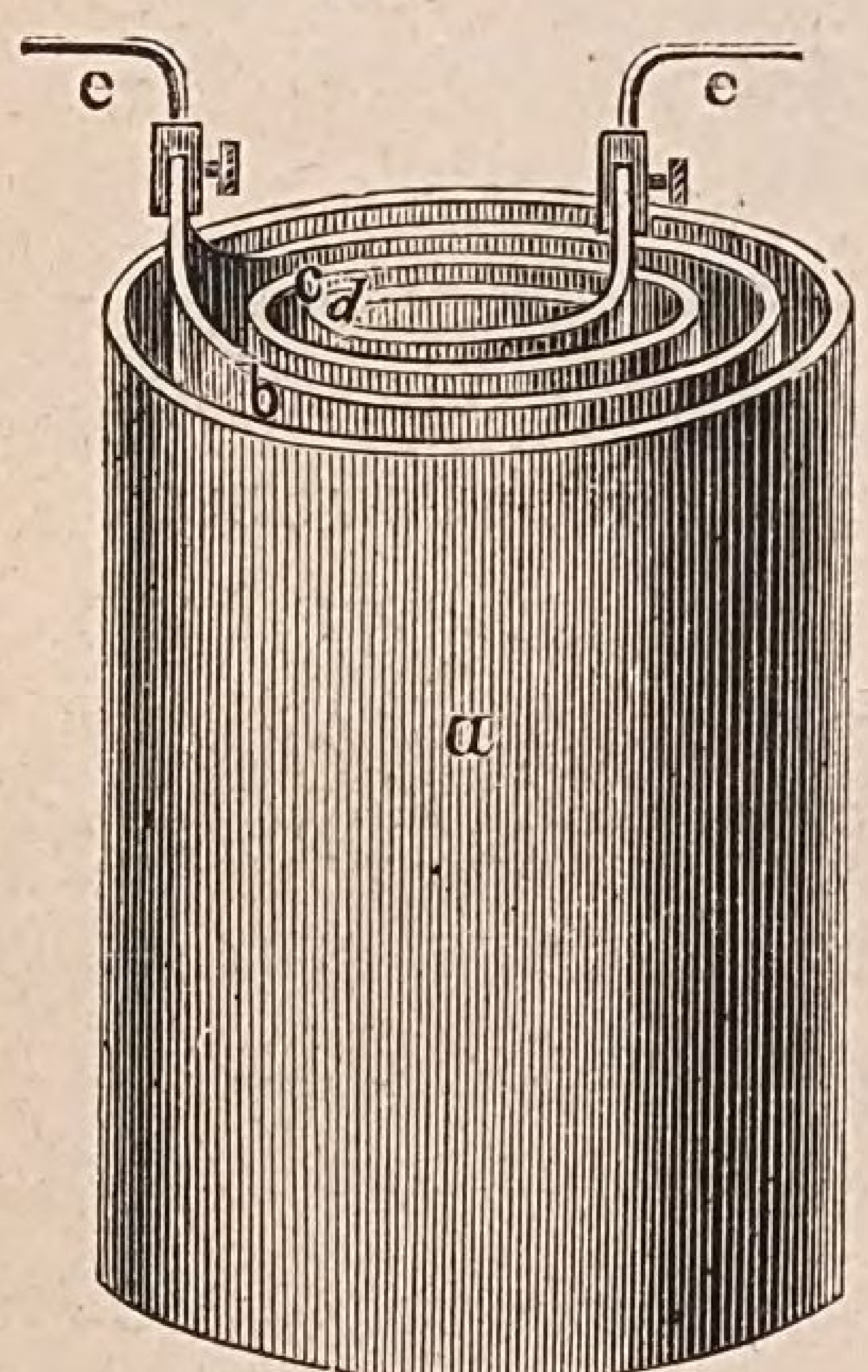
von denen ein jedes ein Element der Volta'schen Säule enthielt, die, ohne sich zu berühren, in einer verdünnten Säure, meist verdünnten Schwefelsäure, aufgestellt sind. Die Zinkplatte des einen Gefäßes ist mit der Kupferplatte des nächsten Gefäßes oberhalb durch einen Kupferstreifen verbunden und so alle Gefäße oder Becher. Endlich werden die beiden äußersten sogenannten Polplatten mit einander verbunden, wodurch die Kette geschlossen ist. Diese Gefäße, so geschlossen, bilden eine galvanische Batterie oder zusammengesetzte galvanische Kette; jeder einzelne Becher heißt eine „einfache Kette" oder „ein galvanisches Element."

Die älteren Batterien, wie der Cruishank'sche Trogapparat, die Wollaston'sche Batterie, die Oersted'sche Batterie, der Hare'sche Calorimotor und manche andere sind nichts als Modificationen des beschriebenen Apparates; sie alle sind veraltet, und ihre Beschreibung kann schon aus dem Grunde übergangen werden, da sie nicht praktisch waren; denn ihre Wirkung war keine constante. Beim Eintauchen der Platten in die Säure war der elektrische Strom sehr energisch, nahm aber bald stark ab.

Die Ursache dieser Abnahme ist hauptsächlich die Polarisation. Um dieser vorzubeugen, ist es nothwendig, das Entwickeln von Wasserstoffgas an der Kupferplatte zu verhindern. Man construirte sich daher „constante Batterien" dadurch, daß man statt einer, zwei verschiedene Flüssigkeiten nahm, so daß das positive Metall in eine andere Flüssigkeit eingetaucht, als das negative, und daß beide durch eine poröse Scheidewand, welche die directe Vermischung, nicht aber die Leitung des galvanischen Stromes hindert, getrennt sind. Als Scheidewand wählte man ein Gefäß aus Pfeifenthon, und nannte dies die „Thonzelle". Eine bei der Galvanoplastik gebrauchte Batterie ist die Daniell'sche (Fig. 1).

Das äußere Gefäß a ist von Glas oder Steingut in Cylinderform, in welchem ein Cylinder b ohne Boden von Kupferblech steht, in diesem befindet sich die poröse Thonzelle c in Gestalt eines cylindrischen, unten geschlossenen Gefäßes, in welchem wieder ein Cylinder d, ohne Boden, aus starkem Zinkblech steht. Sowohl der Kupfer- als der Zinkcylinder sind mit einem aufstehenden Aufsatze versehen; der Raum zwischen dem äußeren Becher und der Thonzelle, in welcher sich das Kupfer befindet, ist mit einer Auflösung von Kupfervitriol, die Thonzelle dagegen, in welcher der Zinkcylinder steht, mit sehr verdünnter Schwefelsäure (1 Gewichtstheil Schwefelsäure auf 15 Theile Wasser) gefüllt. Die Verbindung mehrerer solcher Apparate „Elemente" zu einer „Batterie", wird am bequemsten durch kurze Kupferdrähte e e bewerkstelligt, die an jedem Ende mit einer kleinen Klemmschraube versehen sind. Das Kupfersulfat wird hierbei durch den galvanischen Strom zerlegt und das abgeschiedene Kupfer setzt sich auf der Kupferplatte an; Wasserstoff wird überhaupt gar nicht abgeschieden, der Polarisationsstrom tritt dadurch nicht auf. Durch die Zersetzung der Kupferlösung und Sättigung der Schwefelsäure mit Zink wird es nöthig, die Flüssigkeiten oft zu erneuern, was wohl unbequem ist; dafür sind diese Batterien aber wenig kostbar, leicht zu handhaben und von kräftiger Wirkung.

Fig. 1.

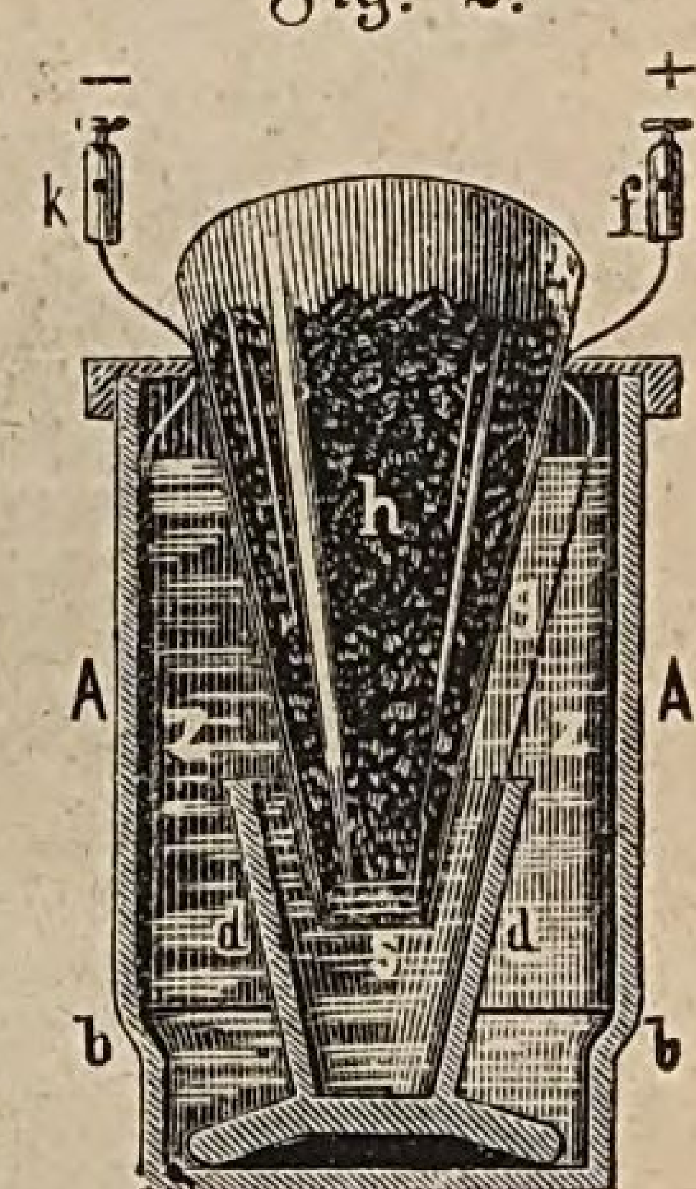


Eine Modification der „Daniell'schen Batterie" ist die Meidinger'sche. Bei ihr ist gar kein Diaphragma

oder Thonzelle vorhanden, die beiden Flüssigkeiten, concentrirte Lösungen von schwefelsaurer Magnesia und schwefelsaurem Kupferoxyd, sind über einander geschichtet, und zwar die schwerere Kupfervitriollösung unten, die Lösung der schwefelsauren Magnesia (Bittersalz, Magnesiumsulfat) oben. In letztere taucht, auf einer Verengerung des Gefäßes in der Höhe der Grenzschicht beider Flüssigkeiten ruhend, ein Zinkcylinder, in der ersteren steht auf dem Boden des Gefäßes der Kupfercylinder. Vergleiche nebenstehende Figur 2.

Weit kräftiger als die **„Daniell'sche"** und die **„Meidinger'sche Batterie"** sind die von Bunsen aus Zink und hartgebrannter Kohle, die von Grove aus Zink und Platin, die von Ballan aus Zink und Gußeisen, die Smee'sche, die Eisenlohr'sche und die Robert'sche.

Fig. 2.



Bei den ersten Dreien wird das Zink mit verdünnter Schwefelsäure, das andere Metall oder die Kohle mit concentrirter Salpetersäure in Berührung gebracht.

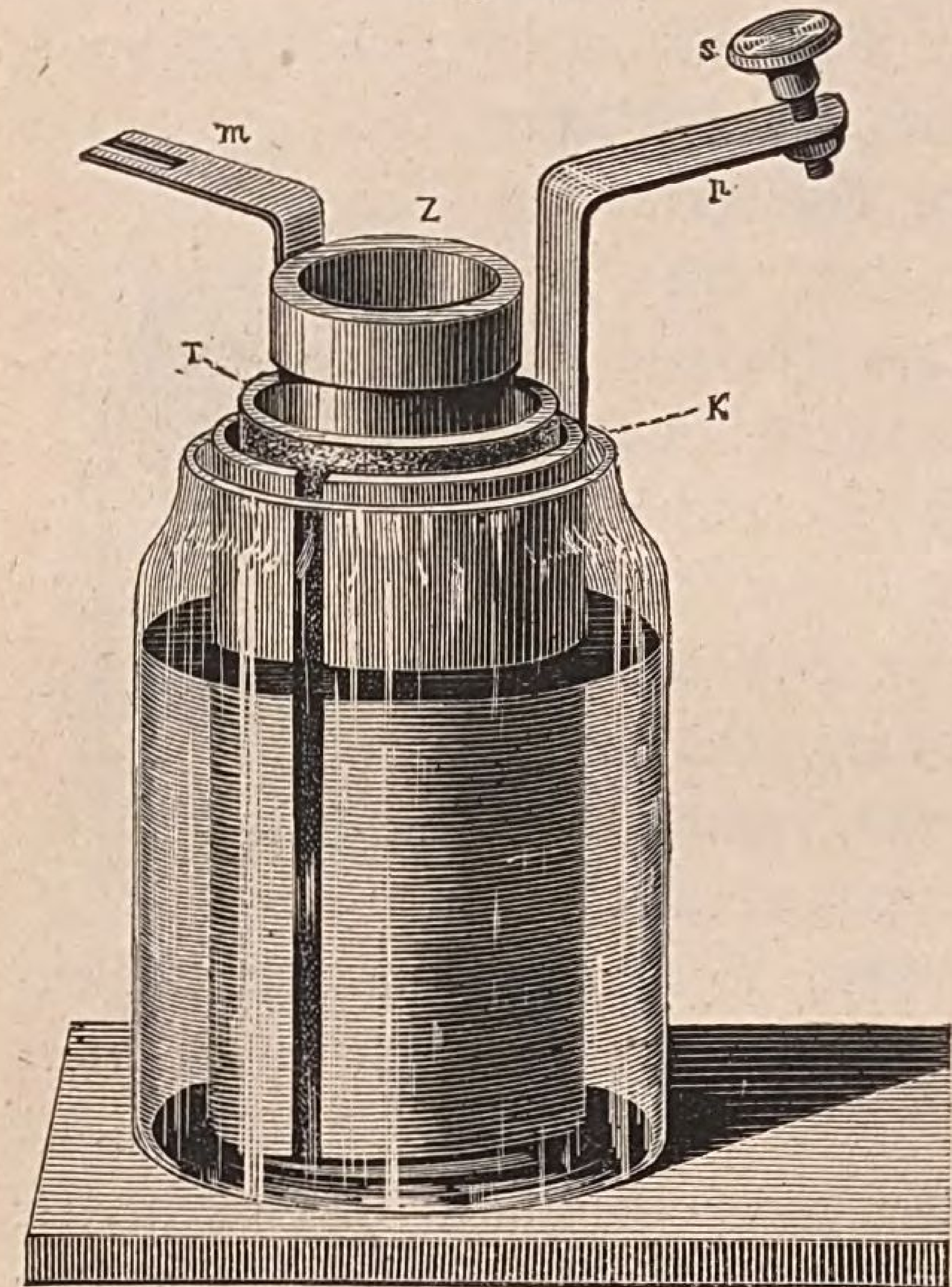
Bei der Bunsen'schen Batterie können die Kohlencylinder außerhalb oder innerhalb der Thonzelle in Salpetersäure stehen.

Bei der Grove'schen Kette ist Platin in concentrirte Salpetersäure eingetaucht. Durch die Salpetersäure wird der entstehende Wasserstoff oxydirt und die Salpetersäure dadurch allmählich zu Stickoxyd reducirt.

Die Smee'sche Batterie besteht aus Platten von Zink und von Silber, letztere mit Platin überzogen. Eine solche Platte ist zwischen zwei Zinkplatten angebracht und der Zwischenraum, ohne poröse Thonzelle, mit stark verdünnter Schwefelsäure gefüllt.

Ohne poröse Thonzelle und somit mit nur einer Flüssigkeit kann die „Bunsen'sche Batterie“ gebraucht werden, wenn man statt des Kupfercylinders einen Cylinder von hartgebrannter Kohle, Retortenkohle der Gasanstalten, in verdünnte Schwefelsäure, in welcher auch die Zinkplatte steht, taucht. Der galvanische Strom, wohl schwach, kann bei der Wohlfeilheit der einzelnen Bestandtheile durch eine größere Anzahl von Elementen verstärkt werden.

Fig. 3.

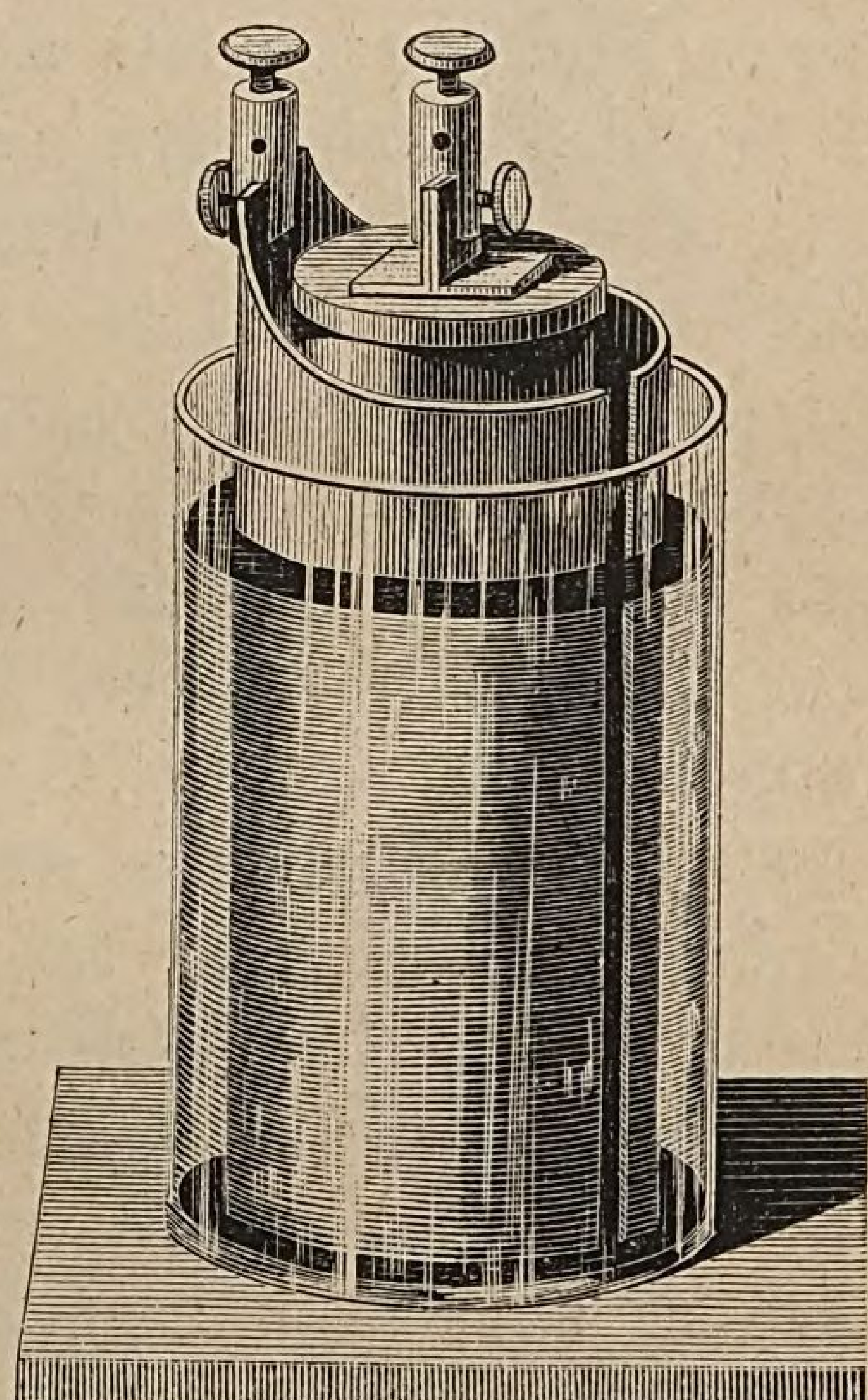


Beide Apparate, das Bunsen'sche und Grove'sche Element, veranschaulichen die Fig. 3 und 4.

Gerade die Bunsen'schen Elemente sind es, welche allgemeine Einführung erfahren haben und nur von den magneto- (dynamo-) elektrischen Maschinen für größere Werkstätten übertroffen werden. Die Eisenlohr'sche Batterie zeichnet sich durch ihre constante Wirksamkeit besonders aus, indem sie bei monatelangem Gebrauch keiner Nachfüllung bedarf und die Stromstärke eine unveränderte ist. Sie besteht aus Kupferblech, amalgamirtem Zink und porösen Thonzellen, wobei das Zink mit einer Auflösung von Weinstein in Wasser, das Kupfer mit sehr verdünnter Schwefelsäure in Berührung gebracht ist.

Eine Erfindung Martin Robert's in London ist die galvanische Batterie aus Zinn und Platin. Der Apparat enthält 50 Zinnplatten von 15 Centimeter Höhe und 10 Centimeter Breite, deren jede zwischen zwei Platinblechen in derselben Größe aufgestellt ist. Als Schließungsflüssigkeit dient verdünnte Salpetersäure. Bei einer Prüfung dieses galvanischen Apparates ergab sich, daß derselbe einen Strom nahezu derselben Stärke gab, wie ein „Grove'scher" mit ebenso vielen und eben so großen Elementen und daß seine Wirkung 5 bis 6 Stunden lang ziemlich constant blieb.

Fig. 4.



In neuester Zeit sind wieder jene Kohlen-Zink-Elemente in Gebrauch gekommen, welche nur eine Flüssigkeit, und zwar eine Lösung von Chromsäure (bichromsaures Kali mit Schwefelsäure) enthalten. Diese Elemente sind so eingerichtet, daß man die Zinkplatten aus der Flüssigkeit herausheben kann, so lange die Kette nicht gebraucht wird.

Von allen diesen und noch manch' anderen Batterien ist die „Daniell'sche" bei der Verwendung zur Galvanoplastik eben so wie die Bunsen'sche allgemein benützt.

Unter der Richtung des galvanischen Stromes versteht man immer diejenige der positiven Elektricität, d. h. um in Betreff der Stromrichtung sich nie zu irren, hat man sich nur zu merken, daß der positive Strom

in jedem einzelnen Becher oder Elemente von Zink durch die Flüssigkeit zum gegenüberstehenden Kupfer-, Kohlen- oder Platincylinder geht, so daß also der letzte unverbundene Kupfer-, Kohlen- oder Platincylinder positiv elektrisch ist.

§. 4. Wirkung des galvanischen Stromes.

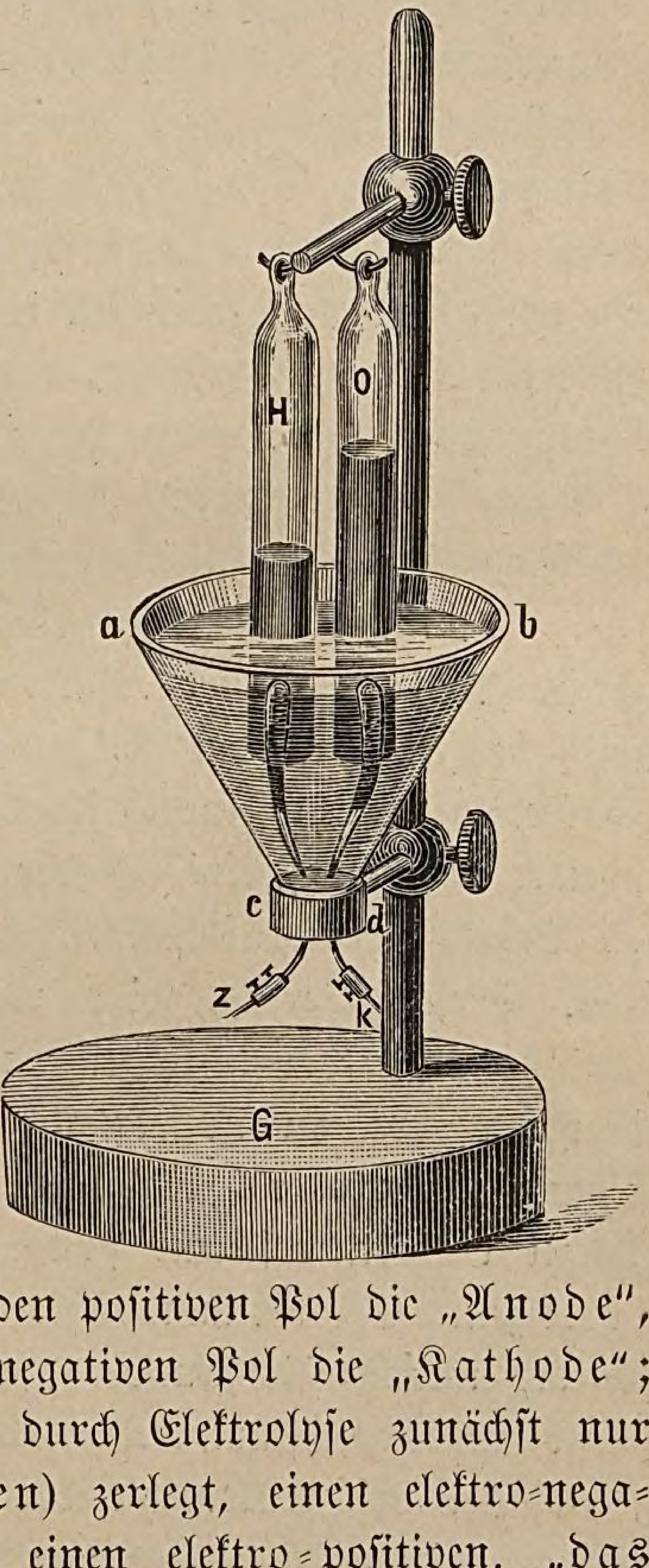
Die Wirkungen des galvanischen Stromes äußern sich verschiedenartig: 1. In Wärme- und Lichtwirkungen; 2. als chemische; 3. als mechanische; 4. in der Polarisation; 5. in physiologischen und endlich 6. in Wirkungen auf den menschlichen Körper.

Von allen diesen Reactionen sind jene der Wärme- und Lichtaffecte, sowie der physiologischen Wirkungen und der auf den Körper für die Galvanoplastik von wenig Bedeutung, und wir wollen nur erwähnen, daß beim Oeffnen und Schließen oder anders gesagt: beim Trennen und Verbinden der Poldrähte einer galvanischen Batterie ein Funke entsteht, ja daß ein zwischen den Poldrähten eingeschalteter dünner Metalldraht oder eine Kohlenspitze glühend werden, worauf die Erzeugung des elektrischen oder Kohlenlichtes beruht, daß der menschliche Körper dagegen, wenn derselbe mit was immer für Gliedmaßen in Verbindung mit den beiden Poldrähten gelangt, einen Schlag erhält, vor Allem aber die menschlichen Sinnesnerven in Anspruch genommen werden.

Was die chemischen Wirkungen betrifft, so machten schon im Jahre 1800 Carlisle und Nicholson die Entdeckung, daß, wenn man die beiden Poldrähte einer galvanischen Säule getrennt in Wasser taucht, so daß der Strom, um von einem zum anderen zu gelangen, durch das Wasser gehen muß, dieses in seine Bestandtheile, Sauerstoff und Wasserstoff, zerlegt wird.

Wie das Wasser werden auch andere zusammengesetzte Körper in flüssigem Zustande durch den galvanischen Strom zersetzt. Faraday hat ein Gesetz aufgestellt, nach welchem chemische Verbindungen, die sich entweder im geschmolzenen oder mittelst eines Auflösungsmittels im tropfbar flüssigen Zustande befinden, durch Elektricität dergestalt zersetzt werden, daß sich der eine Bestandtheil an der Eintrittsstelle des elektrischen Stromes in die Flüssigkeit, der andere Bestandtheil an der Austrittsstelle des elektrischen Stromes der Flüssigkeit befindet.

Fig. 5.



Die Zerlegung einer chemischen Verbindung durch einen Elektricitätsstrom wird „Elektrolyse", dieses Gesetz darnach das „elektrolytische Gesetz" genannt; derjenige Körper, welcher durch Elektricität zerlegt werden kann, heißt „Elektrolyt". Die Stellen des Ein- und Austrittes nennt man „Elektroden", und zwar die Eintrittsstelle oder den positiven Pol die „Anode", die Austrittsstelle oder den negativen Pol die „Kathode"; denn die Verbindung wird durch Elektrolyse zunächst nur in zwei Bestandtheile (Ionen) zerlegt, einen elektro-negativen, „das Anion", und einen elektro-positiven, „das

Kation", von welchen der erstere am positiven Pol als Anode und der zweite am negativen Pol als Kathode auftritt.

Das einfachste Beispiel der „Elektrolyse" zusammengesetzter Körper ist, wie schon oben erwähnt, die Zersetzung des Wassers durch Galvanismus. Wird Wasser in einen Trichter a b vorstehender Figur 5, der an einem Gestelle G festgemacht ist, gebracht und der Fuß des Trichters c d mit den Poldrähten z und k einer galvanischen Säule in Verbindung gesetzt, so zeigt sich in kurzer Zeit, daß sich an den beiden Polen Gase entwickeln, die, wenn so getrennt und wie vorstehend angegeben ist, in oben verschlossenen Cylindergläsern aufgefangen werden, von verschiedenem Volumen sind. Das Volumen des einen ist genau das Doppelte von dem Volumen des anderen Gases, das größere Volumen ist Wasserstoff H, das kleinere Sauerstoff O.

Aehnliches ergiebt sich bei der Zersetzung von Salzen, z. B. des schwefelsauren Natrons (Glaubersalzes). Verbindet man dasselbe mit den Polen einer Batterie oder Volta'schen Säule, so werden seine Bestandtheile bald getrennt, und zwar scheidet sich als „Anion" der elektro-negative Bestandtheil, die Schwefelsäure, als „Kation" das elektro-positive Natrium aus. Dieser Versuch wird recht deutlich, wenn man das Glaubersalz zuvor mit Veilchensyrup blau färbt; denn diejenige Röhre, in welcher sich die Säure ausscheidet, wird sodann mit rother Flüssigkeit gefüllt, die andere, welche das Alkali enthält, erscheint grün. Ebenso zerfallen z. B. geschmolzenes Chlorkalium, Chlornatrium, Chlormagnesium in Chlor, welches sich an der „Anode" und in Kalium resp. Natrium, Magnesium, welche sich an der „Kathode" ansammeln.

Bei der Elektrolyse der Sauerstoffsalze in wässeriger Lösung tritt an der „Kathode" das Metall, an der Anode

die Säure auf; doch treten hierbei secundäre Processe ein, indem namentlich die Säure sich wieder mit Wasser zu verdünnter Säure verbindet, wenn nicht als Anode ein Metall gewählt wird, welches sich mit derselben verbinden kann. So wird schwefelsaures Kupfer zunächst in Kupfer und in Schwefelsäure zerlegt; besteht die Anode aus Platin oder Kohle, so bildet sich dann nur mit Wasser verdünnte Schwefelsäure, während der Sauerstoff in Gasform entweicht.

Wenn das in dem Salze enthaltene Metall Wasser zersetzt, so wird das entsprechende Hydroxyd und Wasserstoff gebildet; so bei den Salzen der Alkalien und alkalischen Erden; Natrium bildet z. B. mit Wasser Natriumhydroxyd (Natronhydrat) und Wasserstoff; der Wasserstoff entwickelt sich als Gas, das Natronhydrat bleibt im Wasser gelöst. Elektrolysirt man z. B. schwefelsaures Natron, so tritt am positiven Pole Sauerstoff und Schwefelsäure, am negativen Pole Wasserstoff und Natriumhydroxyd auf.

Besteht aber die Anode nicht aus Platin, sondern aus einem Metall, welches mit der betreffenden Säure ein in Wasser lösliches Salz bildet, so verbindet sich die freiwerdende Säure mit dem Metall, und das gebildete Salz löst sich im Wasser auf. So bei der Elektrolyse von schwefelsaurem Kupfer, wenn die Anode aus Kupfer besteht. In demselben Maße, als sich Kupfer an der Kathode ansetzt, wird Kupfer an der Anode aufgelöst. Deshalb benutzt man bei der Galvanoplastik, sowie bei der galvanischen Vergoldung und Versilberung die Anode aus demjenigen Metall, welches an der Kathode abgeschieden werden soll.

Solche durch rein chemische Einwirkungen durch die „Zonen" hervorgerufenen Erscheinungen werden „secundäre Actionen der Elektrolyse" genannt. So entwickelt sich auch der Sauerstoff, welcher bei der Elektrolyse von mit

Schwefelsäure angesäuertem Wasser auftritt, infolge einer secundären Action. Hierbei wird oft ein größerer oder kleinerer Theil des Sauerstoffs ozonisirt, und gleichzeitig bildet sich Wasserstoffsuperoxyd.

Berücksichtigt man die Menge der in einer angegebenen Zeit zersetzten Substanz mit der Stromstärke, so ist die erstere mit der letzteren proportional, ebenso werden von verschiedenen Substanzen durch ein und denselben Strom oder durch gleich starke Ströme in gleichen Zeiten äquivalente Mengen zersetzt.

Wie überhaupt zwei chemisch verschiedene Körper, so werden auch die Atome zweier Elemente, welche sich zu einer Verbindung vereinigen, im Momente des Zusammentretens entgegengesetzt elektrisch. Daraus geht hervor, daß alle einfachen Körper, „chemische Elemente oder Grundstoffe" wie die Metalle, welche dazu gehören, sich in eine Reihe, die „elektrochemische Spannungsreihe" genannt, ordnen lassen, wonach jedes derselben beim Zusammentreffen mit jedem folgenden „positiv elektrisch", mit jedem vorhergehenden „negativ elektrisch" wird.

Diese einfachen Körper, in welchen der Sauerstoff der „am meisten negativste", dagegen das Kalium das „positivste" ist, reihen sich folgendermaßen: + **Kalium, Natrium, Lithium, Baryum, Strontium, Calcium, Magnesium, Beryllium, Yttrium, Aluminium, Zirkonium, Thorium, Didymium Lantan, Cerium, Mangan, Zink, Eisen, Nickel, Kobalt, Cadmium, Blei, Zinn, Wismuth, Vanadium, Uranium, Kupfer, Silber, Quecksilber, Palladium, Rhodium, Platin, Iridium, Osmium, Gold, Wasserstoff, Silicium, Titan, Tantal, Tellur, Antimon, Kohlenstoff, Bor, Wolfram, Molybdän, Chrom, Arsen, Phosphor, Stickstoff, Selen, Schwefel, Jod, Brom, Chlor, Fluor** und **Sauerstoff.**

Die Flüssigkeiten (Quecksilber ausgenommen, welches ja ein Metall ist) folgen im Allgemeinen dem Gesetze der Spannungsreihe nicht; doch gilt dies vorzüglich von einfachen Flüssigkeiten. Die in der Galvanoplastik in Verwendung stehenden Körper sind zusammengesetzte und folgen der Regel: „daß sich Säuren stets am positiven und Basen stets am negativen Pole absetzen.“

Die „mechanische Wirkung“ des galvanischen Stromes auf die elektrolysirte Flüssigkeit, die sogenannte „elektrische Endosmose“ besteht darin, daß die geschlossene Kette, wenn die beiden durch eine poröse Scheidewand getrennten Metallplatten sich in der Flüssigkeit befinden, die Flüssigkeit in der Richtung des positiven Stromes fortgerissen wird, wobei die Menge der übergeführten Flüssigkeit proportional der Stromstärke ist, und zwar bei den verschiedenen Flüssigkeiten um so mehr, je größer deren Leitungswiderstand sich zeigt.

Die „galvanische Polarisation“ besteht darin, daß die Metallplatten, auch wenn sie nur aus einem Metalle bestehen, nachdem sie als Elektroden bei der Zersetzung gewirkt haben, selbst als Elektromotoren wirken, so daß, wenn sie aus dem Stromkreise ausgeschaltet und durch einen Draht verbunden werden, dieser und die Flüssigkeit zwischen den Platten von einem Strom, dem sogenannten „Polarisationsstrom“, durchlaufen wird, dessen Richtung in der Flüssigkeit derjenigen des elektrolysirenden Stromes entgegengesetzt ist. Die galvanische Polarisation bewirkt nämlich, daß sich die Oberflächen der Elektroden mit Gasschichten, z. B. bei der Elektrolyse des Wassers, die positive Polplatte mit Sauerstoff, die negative mit Wasserstoff bedecken, und daß diese Gasschichten dann elektromotorisch wirken, demzufolge die negative Elektrode

elektropositiv gegen die andere wird. Die galvanische Polarisation ist daher hauptsächlich Ursache, daß die nicht constanten Ketten so bald an Stärke abnehmen.

Durch die „chemische Wirkung" des galvanischen Stromes werden aber auch die Flüssigkeiten in der Batterie selbst zersetzt, was eine wesentliche Bedingung zur Erzeugung des elektrischen Stromes ist. So findet in einem Daniell'schen Elemente eine doppelte Zersetzung statt. Diese Batterie besteht aus Zink und Kupfer, verdünnter Schwefelsäure und Kupfervitriollösung. Der Zersetzungsproceß erfolgt so: das Wasser wird zunächst in Sauerstoff und Wasserstoff zerlegt, der negative Sauerstoff wird von dem positiven Zink angezogen und verbindet sich mit demselben zu Zinkoxyd. Der Kupfervitriol wird zersetzt in Schwefelsäure und Kupferoxyd, die negativ elektrische Schwefelsäure verbindet sich mit dem positiv elektrischen Zinkoxyd zu schwefelsaurem Zinkoxyd oder Zinkvitriol, welcher sich am positiven Pol ausscheidet und in dem vorhandenen Wasser sich löst. Das Kupferoxyd wird ferner in Sauerstoff und Kupfer zersetzt, der negative Sauerstoff bildet mit dem positiven Wasserstoff Wasser, und das freigewordene reine Kupfer sammelt sich am negativen Pol als eine rein metallische, dichte und zusammenhängende Masse an, welche sich ablösen läßt und mit der größten Genauigkeit alle kleinen Erhabenheiten und Einzelnheiten der Polplatten natürlich in umgekehrter Weise wiedergiebt.

Durch diese doppelte Zersetzung nimmt aber die Wirkung der Batterie nach und nach ab; denn das Zink löst sich auf, und die Schwefelsäure, die sich mit dem entstehenden Zinkoxyde immer mehr und mehr sättigt, wird immer unwirksamer; ebenso verliert, so lange die Kette geschlossen ist, die Kupfervitriollösung nach und nach an Wirkung; ja mit der Zeit vermischen sich auch die beiden Lösungen durch die

poröse Thonzelle hindurch, wonach jede Reaction aufhört. Um den Strom daher so lange als möglich constant zu erhalten, muß man einerseits in die Kupfervitriollösung von Zeit zu Zeit Krystalle von Kupfervitriol nachlegen und andererseits die Zinkplatte amalgamiren, d. h. man taucht dieselbe zuerst in verdünnte Schwefel- oder Salz- oder Salpetersäure und dann sogleich in Quecksilberlösung, oder streicht letztere mit einer Bürste auf, wodurch die Oberfläche einen silberähnlichen Glanz erhält.

§. 5. Magneto-elektrische Maschinen.

Ein Uebelstand für die Galvanoplastik war lange Zeit die galvanische Batterie infolge ihrer oft erforderlichen Erneuerung der Füllung und Reinhaltung, sowie mangelhafter und auch wechselnder Stromstärke. In neuerer Zeit ist durch die **magneto-elektrischen oder dynamo-elektrischen Maschinen** von Gramme, Weston u. A. diesen Klagen abgeholfen worden.

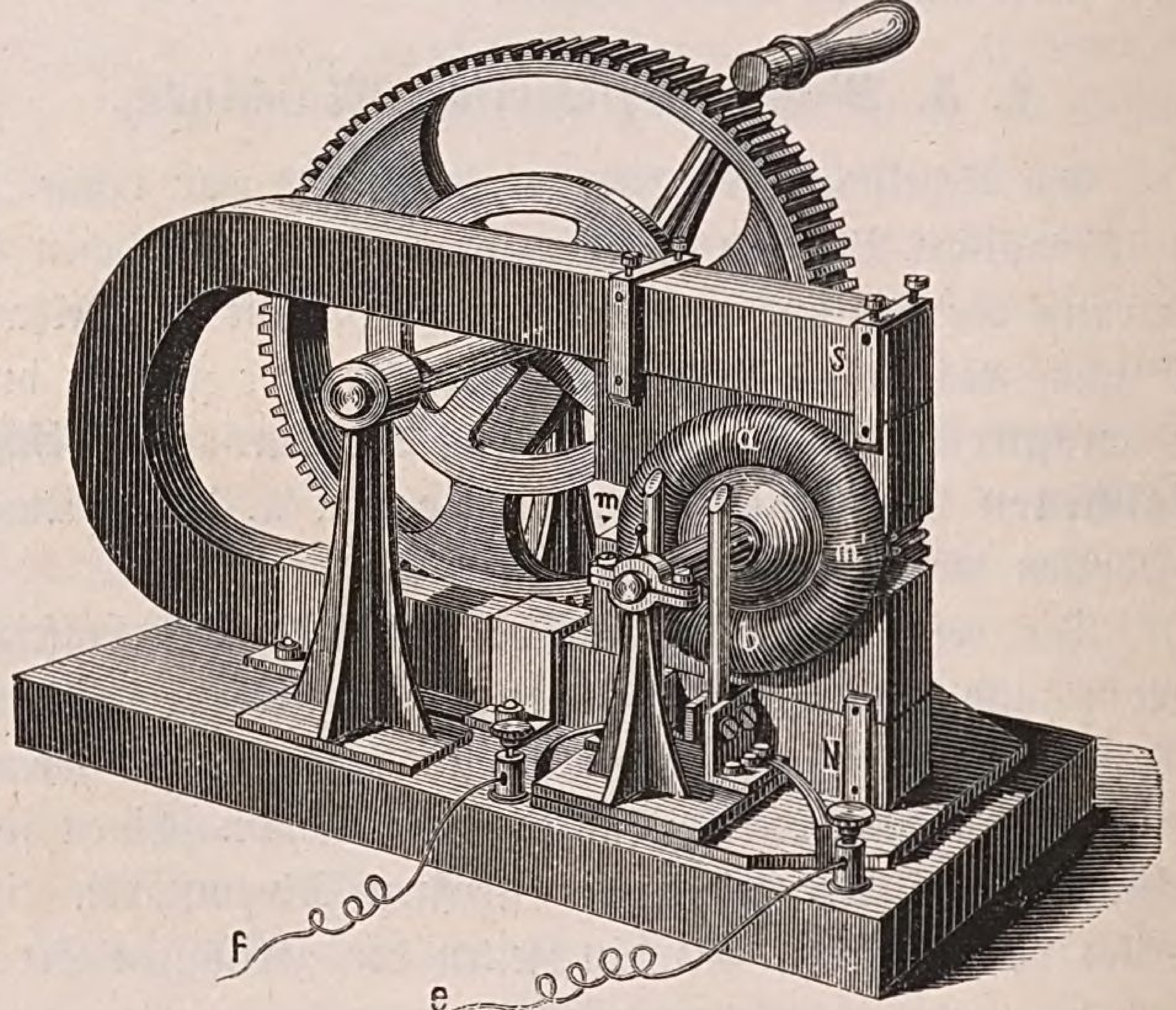
Die erste magneto-elektrische Maschine mit kräftigem Strome und von unveränderlicher Richtung wurde 1851 von Siemens und Halske in Berlin erbaut. Ihr Princip beruht darauf, mehrere Magneto-Inductionsmaschinen so zu verbinden, daß die Zeiten der größten Stromstärke, eines Theiles der Magnete, mit den Zeiten der geringsten Stromstärke der anderen zusammenfallen.

Eine zweite erbaute im Jahre 1860 Prof. Dr. Antonio Pacinotti in Florenz, mit ununterbrochenem Strome von unveränderlicher Richtung und Stärke, und gleichzeitig kam Dr. Werner Siemens, von der Thatsache ausgehend, daß jede elektro-magnetische Maschine in sich einen bei wachsender Geschwindigkeit der Drehung an Stärke zunehmenden Gegenstrom erzeugt, durch theoretische Betrachtungen auf das

dynamo-elektrische Princip. Nach diesem Principe erbauten Siemens und Ladd eine solche Maschine.

Für die Galvanoplastik anwendbar wurde, und zwar selbst erst nach vielen Verbesserungen, die magneto-elektrische oder dynamo-elektrische Maschine von Z. T. Gramme in Paris. Die erste für galvanoplastische Zwecke verwendbare wurde im Jahre 1872 erbaut. Zwischen

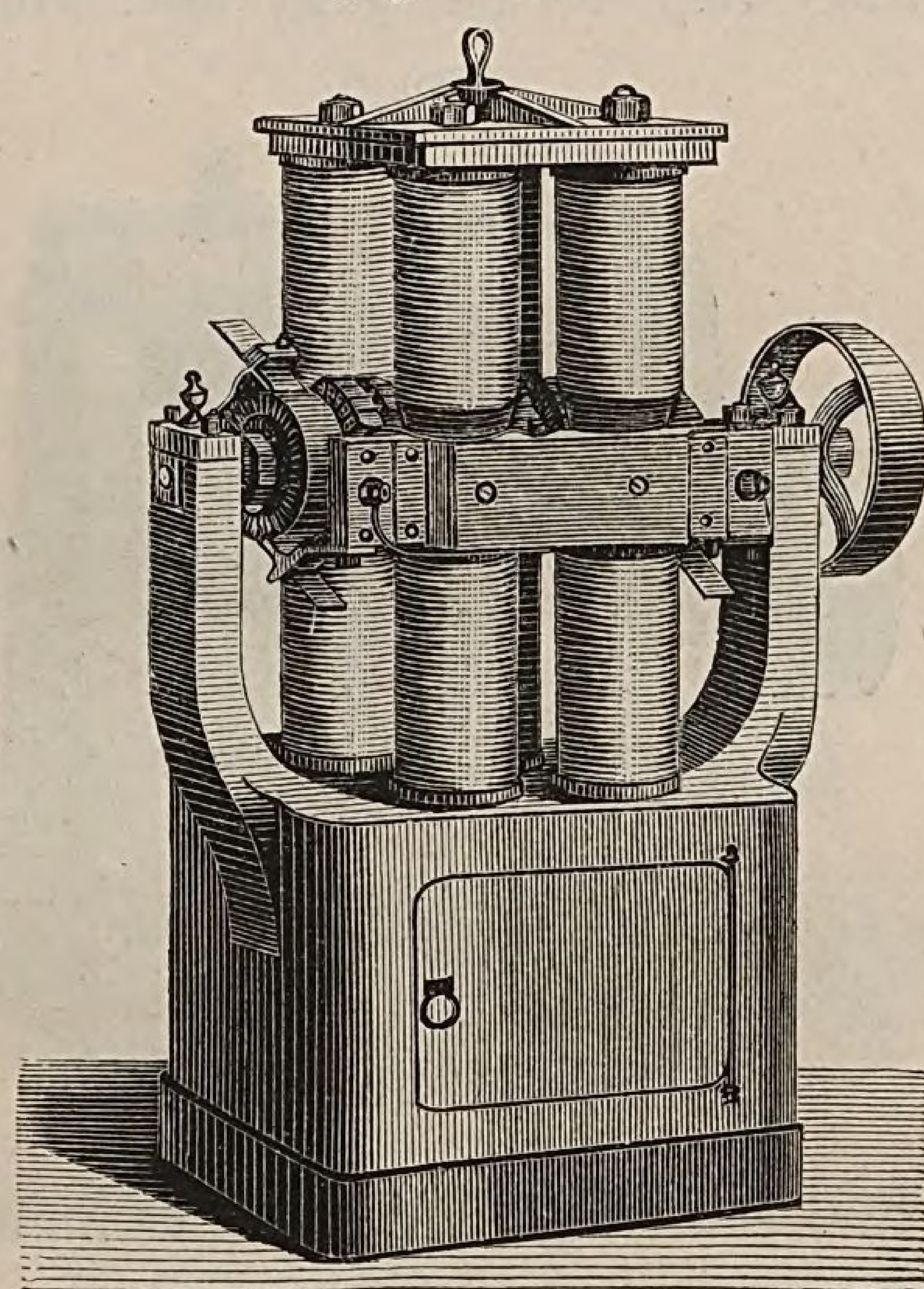
Fig. 6.



den Polen eines hufeisenförmigen Magneten, dessen Enden mit N. und S., Nord und Süd, in beifolgender Zeichnung, Fig. 6, angedeutet sind, befindet sich der mit Drahtspiralen reichlich umsponnene Eisenring A B. Alle einzelnen Spiralen sind so geordnet, daß ihr eines Ende nach der Axe des Ringes geführt, das andere aber mit der nächstfolgenden Spirale verbunden ist, wodurch der elektrische Strom

gezwungen wird, sämmtliche Spiralen zu durchlaufen. Alle erzeugten Ströme werden auf dem „Stromsammler" gesammelt, welcher sich dicht an der Achse des Eisenringes befindet, und von diesem durch die Leitungsdrähte E und F weitergeführt. Sobald nun der Ring in Rotation gesetzt wird, nähern sich die Inductionsspiralen (wie die Drahtspiralen genannt werden) der Reihe nach den Magnetpolen N. und S., während sie in der Stellung A B am weitesten davon entfernt sind. Es entstehen nun hierbei elektrische Ströme, welche bei M und M' aufhören, so daß also die Ströme um so schneller aufeinanderfolgen, je rascher die Drehung vor sich geht, wonach bei höchster Schnelligkeit alle Ströme zu einem continuirlichen Strome sich vereinen.

Fig. 7.

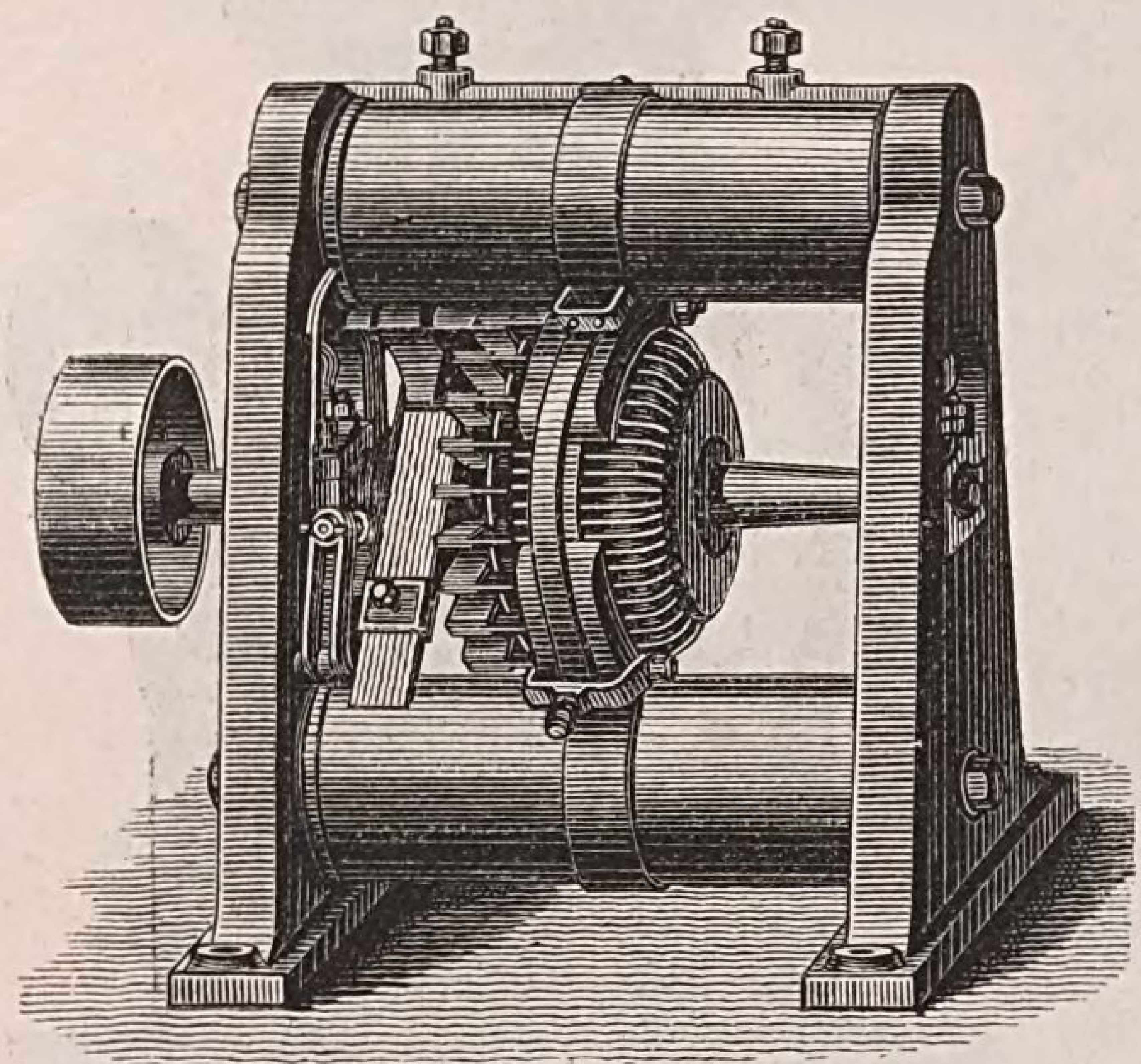


Wird an Stelle des Stahlmagneten N. S. ein Elektromagnet gesetzt, welcher durch eine galvanische Batterie erzeugt ist, so behält derselbe ebenfalls elektrische Eigenschaften, auch wenn der Strom unterbrochen wird. Wird der spiralförmige Draht des Eisenringes mit dem Inductionsstrom verbunden, so giebt der Magnetismus genug Kraft, um durch rasche Drehung einen Inductionsstrom zu erzeugen, welcher um so stärker wird, nachdem er in Windungen um den Elektromagnet gegangen und diesen erheblich verstärkt

hat, je rascher die Drehungen und je schneller die Uebertragung, bis das Maximum erreicht ist. Constructionen dieser Art heißen „dynamo-elektrische Maschinen“.

In der vorstehenden Abbildung, Fig. 7, erblicken wir Gramme's neuere Construction, deren Erkenntniß keiner Erklärung bedarf, da alle Factoren wie in Fig. 6 deutlich erkennbar sind. Für galvanoplastische Zwecke nun hat derselbe Erfinder die in Fig. 8 abgebildete Maschine construirt. Auch diese beruht ganz auf denselben Principien und ist leicht verständlich. Siemens und Halske in Berlin bauen Maschinen nach dem Systeme von v. Hefner-Alteneck, wie sie vielfach im Gebrauche sind.

Fig. 8.



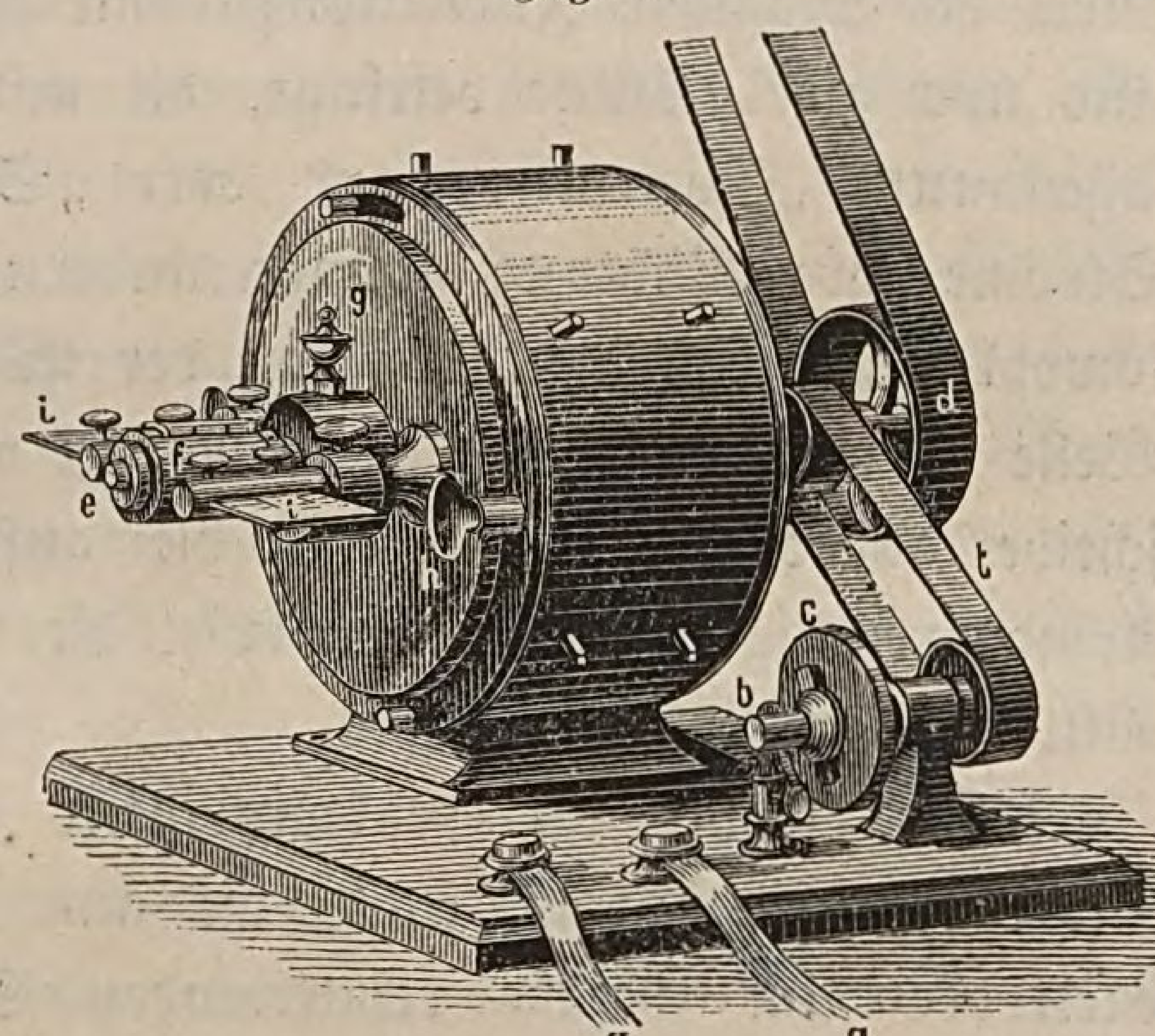
Die dynamo-elektrische Maschine von Schuckert ähnelt der von Gramme, und die von Weston (Fig. 9) hat sich ebenfalls, namentlich in England und Amerika eingeführt.

Im Einzelnen stehen sich diese Constructionen wie folgt gegenüber.

Sigmund Schuckert verbesserte diese Maschine noch zusehends, dieselbe hat jetzt nur einen einzigen Elektromagnet ohne Ende, und blos zwei doppelschenkelige Elektromagnete als Erreger. Zu den Elektromagneten werden 47 Kilogramm Kupfer verwendet, aber nicht in Form runden Kupferdrahtes,

sondern in Gestalt eines flachen Kupferstreifens, dessen Breite gleich der Länge des Eisenkernes, und der blos in einer einzigen Spirale um jeden Eisenkern gewunden ist. Die Windungen der Elektromagnete ohne Ende bestehen aus sehr starkem flachen Drahte, der hinlänglich steif ist, um die Wirkungen der Centrifugalkraft aufzuheben. Fast der ganze Umfang der Elektromagnete ohne Ende wird von den Ankern der Elektromagnete umschlossen. Während die Achse der älteren Maschine nur 300 Umdrehungen in der Minute machen konnte, macht diese 500 Umdrehungen und erfordert, um ebenfalls 600 Gr. Silber abzulagern, nur 50 Kilogramm-Meter Betriebskraft.

Fig. 9.



Die neueste magneto-elektrische oder dynamo-elektrische Maschine ist die von Edward Weston. (Fig. 9.) Dieselbe besteht aus einem eisernen cylindrischen Gehäuse, das auf einem hölzernen Fußgestelle angebracht ist. Im Innern des eisernen Cylinders ist eine Anzahl radial vorstehender Magnete, welche aus einer Eisenhülle bestehen, an welcher eine Anzahl gehärteter Stahlplatten befestigt sind, deren Isolation durch Kupferdraht wie bei Herstellung von Elektromagneten überhaupt erzielt wird, somit so untereinander verbunden, daß die Pole einmal negativ, das anderemal positiv sind. Zwischen den inneren Enden der Magnete, somit im mittleren Raume

des Gehäuses, befindet sich eine Welle, an welcher eine Reihe von segmentartigen Armaturen befestigt ist, und die durch eine Riemenscheibe in Rotation gesetzt werden kann. Diese Armaturen sind aus weichem Eisen mit isolirtem Kupferdrahte umwunden, und zwar sind die nach außen stehenden dünnen Eisenstückchen so angebracht, daß, wenn die Welle in Rotation gebracht wird, dieselben dicht vor den inneren Enden der Magnete, ohne dieselben jedoch zu berühren, vorüber sich bewegen. Durch die schnelle Drehung der Welle werden in den die Armaturen umgebenden Drahtwindungen durch die Magnete Inductionsströme erzeugt. An der Welle sind noch zwei Stücke befestigt, die mit ihr sich drehen, der sogenannte „Commutator" oder „Sammler", weil die Ströme ihre Richtung immer ändern. Beide Stücke sind sowohl unter sich als auch von der Welle isolirt. Ueber die Welle ist eine Holzhülse gegeben, auf welcher eine Messingscheibe angebracht ist, womit die anstehenden Drähte der Armaturen durch eine Stahlbüchse, die hölzerne Röhren enthält, geführt sind.

Da, sobald die Geschwindigkeit der Maschine bis zu einem gewissen Grade sinkt, die aus der Polarisation der Elektroden im Gefäße resultirenden Ströme die Polarität der Elektromagnete und die Richtung der Ströme umkehren würden, ist außerdem noch ein sogenannter **„Regulator"** angebracht. Dieser automatisch wirkende Apparat, welcher an der Basis der Maschine befestigt ist, besteht aus einer Metallsäule mit einem oben angebrachten, mit Quecksilber gefüllten Becher, welche durch einen Riemen von der Maschinenwelle in Umdrehung gesetzt wird. Eine zweite Säule, deren Ende rechtwinkelig umgebogen und grade über dem Becher angebracht ist, steht in geringer Entfernung von ersterer. Das Ende dieser zweiten Säule enthält einen amalgamirten Draht,

der grade das Quecksilber im Becher berührt. Die Berührung des Quecksilbers dauert so lange, als der Becher still steht, und eben so lange die Verbindung; sobald der Becher sich dreht, hebt sich das Quecksilber zufolge der Centrifugalkraft an den Wandungen des Bechers, und die Leitung ist unterbrochen.

Soll die Maschine wirken, so werden die Elektromagnete einen Augenblick zuerst mit einer Batterie oder einer anderen Elektricitätsquelle verbunden und dadurch permanent magnetisch gemacht; die Welle dann mit dem Riemen einer Maschine in Drehung versetzt, wodurch in den um die Armaturen gebundenen Drähten schwache Inductionsströme erzeugt werden, welche durch Federn nach den beiden Säulen geführt werden. Wenn nun die beiden Drähte von Spiralen der Elektromagnete mit diesen Säulen verbunden sind, so gehen die schwachen Ströme um die Elektromagnete und verstärken dieselben, dadurch werden aber auch die Inductionsströme verstärkt, bis das Maximum erreicht ist, welches die Maschine erzielen kann, die 800 Umdrehungen per Minute vollführt, und dadurch einen schwachen Strom erzeugt, der für galvanischen Niederschlag hinlänglich ist, so daß ein genügend starker Ueberzug in 2 bis $2^1/_2$ Stunden erreicht wird, wozu eine galvanische Batterie wenigstens 10 bis 12 Stunden Zeit bedarf.

Bei der Benützung zum galvanischen Niederschlage wird die Maschine durch Drähte mit den Kupferstangen verbunden, die über die verschiedenen Metallbäder oder Kästen gelegt sind, in denen sich die verschiedenen Metalllösungen befinden, und zwar sind diese Metallbäder so gereiht, daß die den stärksten Widerstand leistenden und somit den stärksten Strom bedürfenden zunächst, die übrigen entfernter gestellt werden. An den Stangen sind nun mittelst

Drähte die Anoden, d. h. die Platten aus den niederzuschlagenden Metallen, sowie die zu überziehenden Gegenstände gegenüber angebracht.

Abgesehen von der Kürze der Zeit, in welcher die dynamo-elektrische Maschine gleiche Wirkungen wie eine gewöhnliche Batterie erzielt, bietet sie den großen Vortheil der automatischen Regulirung des Stromes auf der Oberfläche der zu galvanisirenden Gegenstände, wodurch, wenn nur wenige Gegenstände eingehängt sind, diese nicht „angebrannt" werden können, d. h. verhütet wird, daß durch die zu starke Stromwirkung das Metall zu schnell niedergeschlagen wird.

Soll die Wärme einer solchen Maschine auch benützt werden, hat man nichts zu thun, als die zu galvanisirenden Gegenstände in den Strom zwischen den Elektromagneten und Armaturen einzuschalten, so daß durch die Leitung und durch die Spiralen der Leitung die Inductionsströme hindurchgehen.

§. 6. Apparate zur Messung der Stromstärke. (Galvanometer oder Rheometer.)

Bei der Galvanoplastik ist es eine Hauptbedingung, daß der elektrische oder galvanische Strom anfangs nur schwach wirke und erst später verstärkt werde; zur Erkennung, ob und in welcher Stärke der galvanische Strom wirkt, dient das sogenannte „Galvanometer".

Wenn zwei Körper an einander gerieben werden, so nimmt jeder von ihnen einen gleichen Ueberschuß entgegengesetzter Elektricitäten an, und setzt man diese Berührung fort, so gleichen sich die beiden Elektricitäten aus und bilden ein neutrales Fluidum. Anders verhält es sich, wenn die beiden Metalle durch einen Metalldraht mit einander verbunden sind. In diesem Falle folgen die Elektricitäten, welche für den Augenblick zum Theile freie Elektricitäten geworden

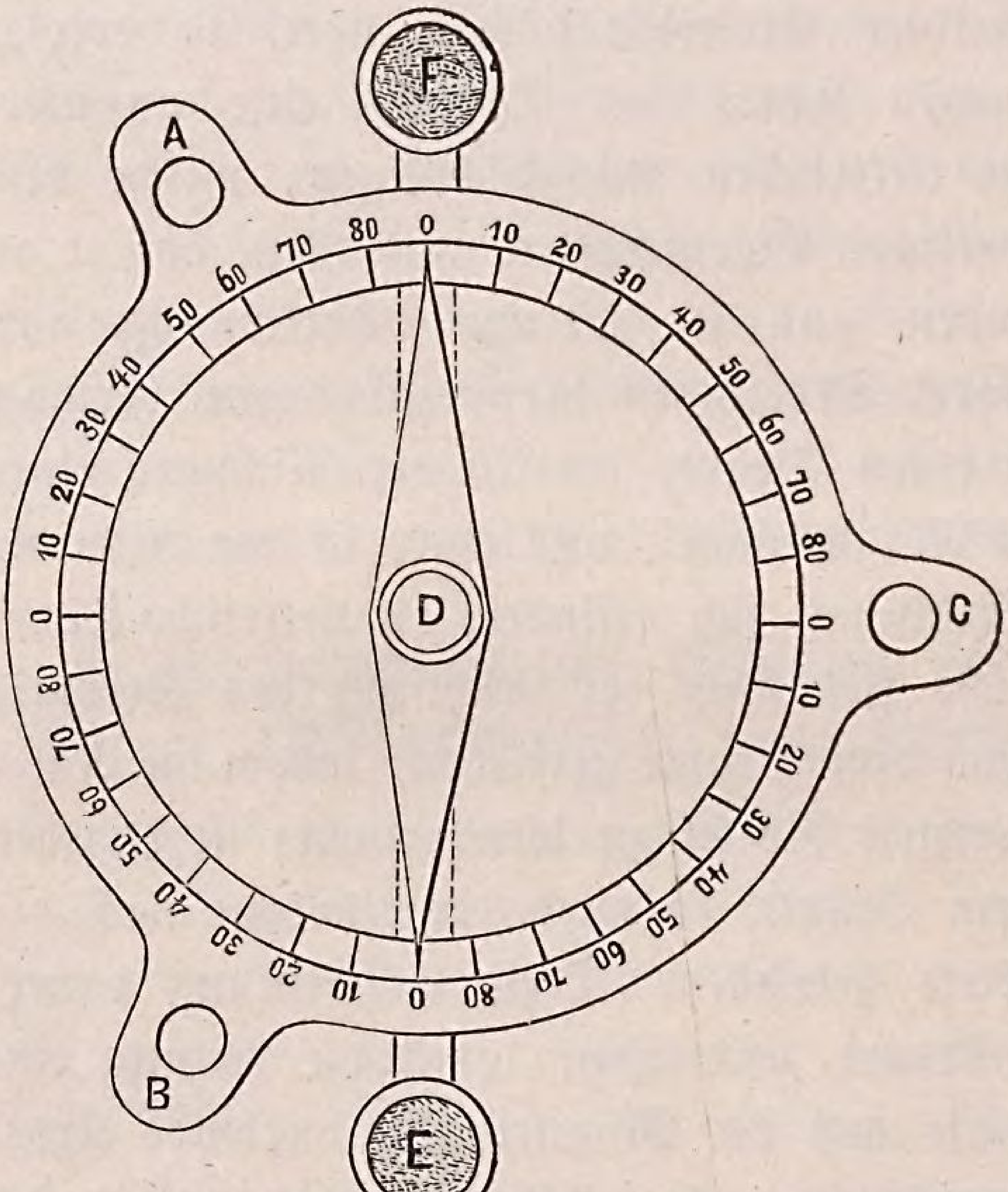
sind, dem Metalldrahte, um sich wieder auszugleichen; alle Zeichen freier Elektricität verschwinden, und der Draht erhält dann besondere Eigenthümlichkeiten. Wird nun ein beständiges Freiwerden der beiden Elektricitäten auf jeder der beiden Oberflächen der Körper, die in Berührung stehen, erzielt, so ergiebt sich auch eine ununterbrochene Wiederausgleichung dieser beiden Elektricitäten mittelst des verbindenden Metalldrahtes. Da aber ein stetiges Ausfließen positiver und negativer Elektricität stattfindet, so erfolgt daraus in der ganzen Länge des Drahtes eine ununterbrochene Reihe von elektrischen Ausgleichungen, welche dem Drahte solche magnetischen Eigenschaften mittheilen, daß er an einer frei schwebenden und in geringer Entfernung aufgestellten Magnetnadel Störungen hervorzubringen vermag. Strömt also durch einen Draht, der in der Richtung einer darüber befindlichen Magnetnadel, und zwar in der Richtung des magnetischen Mediums, sich befindet, die elektrische Kraft, so wird der nördliche Pol nach der Richtung des Stromes rechts oder links von dem Drahte getrieben, indem die Nadel mit diesem einen rechten Winkel zu bilden sucht; ist dagegen die Nadel unter dem Drahte, so wird der Nordpol nach der entgegengesetzten Seite getrieben. Diese Erscheinung dauert so lange, als der Strom geschlossen, somit die Leitung eine vollkommene ist. Die auf die Magnetnadel wirkende Kraft wird so oftmal vervielfacht, als, selbstverständlich isolirt, der Draht neben oder um den Magnet gewunden ist. Hierauf beruhen die sogenannten **„Galvanometer“**, **„Multiplicatoren“** oder **„Rheometer“**.

Das Galvanometer ist ein Instrument, dessen Thätigkeit die magnetischen Wirkungen des galvanischen Stromes anzeigt. Es dient dazu, um bei der Galvanoplastik immer eine gleiche Stärke des galvanischen Stromes zu erzielen,

denselben in jedem Augenblicke trennen und jede Abnahme desselben wahrnehmen zu können. Der Gebrauch desselben oder einer einfachen Bussole ist nicht genug zu empfehlen, denn es ist geradezu unentbehrlich, wenn die Galvanoplastik mit Nutzen ausgeübt werden soll.

Ein einfaches und empfindliches Galvanometer wird erhalten, wenn man um eine Holzscheibe, in deren Mitte eine Magnetnadel sich frei bewegen kann, einen Kupferdraht gleichförmig windet und dessen Enden mit den Schließungsdrähten der Batterie verbindet. Am Rande der Holzscheibe ist eine Kreisabtheilung angebracht, an welcher man die Größe der Ablenkung der Magnetnadel ablesen kann. Zu technischen Zwecken, wo keine ganz genaue

Fig. 10.



Beobachtung erforderlich ist, reicht ein Galvanometer von einfacherer Construction (Fig. 10) aus. Es besteht aus einem runden Brett, welches durch drei Schrauben A, B und C horizontal gestellt werden kann, und in 360 Grade eingetheilt ist. In der Mitte des Brettes ist eine feine Spitze D, auf welcher eine Magnetnadel sich leicht bewegt. Gerade unter dieser Magnetnadel, also genau in der Richtung von Süden nach Norden,

ist ein dicker Kupferdraht angebracht, welcher zwei metallene Näpfchen E und F mit einander verbindet. Diese werden mit Quecksilber gefüllt und das Instrument so gestellt, daß die Nadel genau mit dem Kupferdrahte parallel läuft, folglich auf den Nullpunkt zeigt, welcher bei dem einen Näpfchen steht. Sobald nun die beiden Polardrähte der galvanischen Batterie in die Quecksilbernäpfchen getaucht werden und also der Strom seinen Weg durch den am Instrumente befindlichen Kupferdraht nimmt, wird die Nadel von ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt, an welcher Ablenkung die größere oder geringere Stärke des Stromes erkannt wird.

Die Richtung dieser Abweichung ist verschieden, je nachdem die Nadel sich über oder unter dem Drahte befindet, und je nachdem der Strom von Nord nach Süd oder von Süd nach Nord geht. Sobald der Strom aufhört, kehrt die Nadel zu ihrer ursprünglichen Richtung zurück.

Man kann auf diese Weise nicht nur die Stromstärke für jeden bestimmten Fall reguliren, sondern auch erkennen, ob und wie lange eine Batterie constant wirkt, da sich, so lange Letzteres der Fall ist, der Ablenkungswinkel nicht oder nur wenig verändert.

Feinere Apparate zur Erkennung des elektrischen Stromes und zur Bestimmung seiner Richtung sind die sogenannten „Rheoskope". Man hat deren vorzüglich zwei: den von Schweigger und Poggendorf gleichzeitig erfundenen **„Multiplicator“** und die von Nobili noch verbesserte **„astatische Doppelnadel“**, eine Verbindung zweier in parallelen horizontalen Ebenen schwingenden, gleich stark magnetisirten Stahlnadeln, die mit entgegengesetzt gerichteten Polen mittelst eines Elfenbeinstäbchens über einander befestigt und in einer und derselben Verticalebene an einem Coconfaden aufgehängt sind. Die eine Nadel befindet sich

unter einer in 360 Grad getheilten Scheibe und über den Windungen des Kupferdrahtes, die andere Nadel befindet sich oberhalb dieses Kreises. Durch zwei Klemmschrauben werden die Drähte angeschraubt, welche den Strom dem Apparate zuführen. Im Uebrigen sind die Vorschriften und die Beobachtungen wie bei dem einfachen Galvanometer.

Aehnliche noch genauere Apparate zur Messung der Stromstärke sind das „Voltameter“ oder „elektromagnetische Rheometer“; es ist ein Wasserzersetzungsapparat, in welchem die gebildeten Gase gesondert oder auch gemengt in einer graduirten Glasröhre aufgefangen und gemessen werden. Die Messung beruht darauf, daß die Menge des in einer gewissen Zeit zersetzten Wassers der Stromstärke proportional ist. Das „Spiegelgalvanometer“ ist ein dem Multiplicator ähnlicher Apparat, jedoch ist die Magnetnadel keine astatische, und die Abweichungen der Nadel werden durch einen Spiegel mittelst Fernrohr und Scala abgelesen. Andere Rheometer sind noch die „Tangentenbussole“ und die „Sinusbussole“, doch bedürfen dergleichen Apparate zur Bemessung der Stromstärke schon eigener Berechnungen.

Ein sehr genaues Instrument, auch die schwächsten Stromwirkungen anzuzeigen, ist das „verticale Wagebalken-Galvanometer“ von Bourbouze. Den Haupttheil desselben bildet ein magnetisirter stählerner Wagebalken, welcher in seiner Mitte einen verticalen, aufwärts gerichteten langen Zeiger trägt, dessen Bewegungen auf einem getheilten Kreisbogen erkenntlich werden. An beiden Seiten des Wagebalkens sind ein Paar verschiebbare Gewichte angebracht, die den Zweck haben, den Balken horizontal zu stellen; ein anderes ähnliches Gewicht dient am unteren Theile des Zeigers wie bei Präcisionswagen zum Heben und Senken

des Schwerpunktes und somit zur Regulirung der Empfindlichkeit. Der Wagebalken selbst ist im Innern einer großen flachen Multiplicatorwelle mit horizontalen Windungen angebracht. Steht nun der Zeiger auf dem Nullpunkt der Scala, so bewirkt schon der geringste Strom eine sichtbare Bewegung desselben. Bei diesem Instrumente ist auch bezüglich der Aufstellung nicht darauf zu achten, daß der Balken genau in die Ebene des magnetischen Meridians gebracht wird; es genügt, wenn der südliche Theil der durch den Balken gehenden Verticalebene einen Winkel mit dem südlichen Theile der Declinationsnadel einschließt, der kleiner als 90 Grad ist.

Obwohl es noch mehrere neuere Apparate giebt, welche zu gleichem Zweck construirt sind, glauben wir den Leser mehr auf die instructiv ausgestatteten Preislisten der betreffenden Fabrikanten verweisen zu müssen, als hier Abbildungen und Beschreibungen bringen, welche nach Wunsch jedem Praktiker bereitwillig geliefert werden und den uns gebotenen Raum nutzlos beschränken würden.

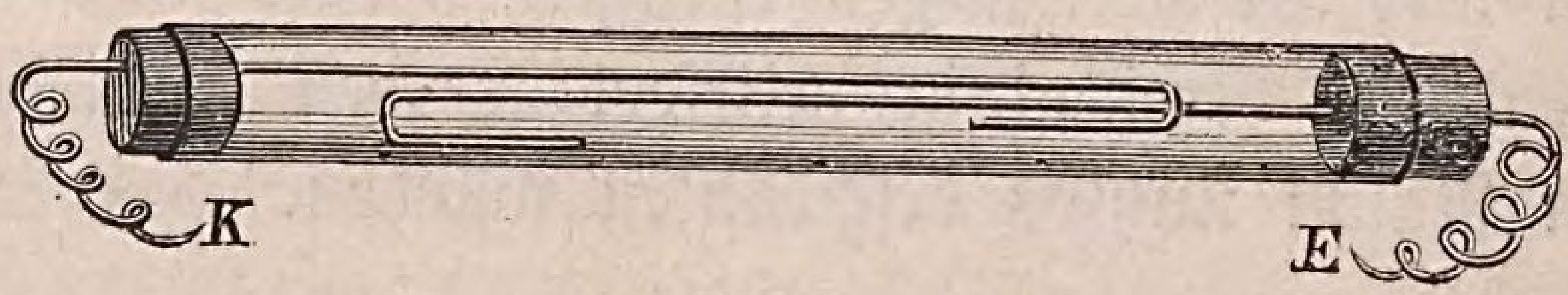
§. 7. Regulirung der Stromstärke.

Es ist ein häufig wiederkehrender Uebelstand bei allen galvanischen Arbeiten, daß die Stärke des elektrischen Stromes sich stetig ändert und hierüber so wenig nachgedacht wird. In der Regel glaubt der Praktiker alles gethan zu haben, wenn er seine Elemente von Zeit zu Zeit erneuert, oft ohne genügende Sauberkeit und mit der Vorsicht, daß alle Gefäße, Anoden, Verbindungen und Leitungsdrähte die größte Reinlichkeit erfordern, wenn der ganze Proceß und durch diesen die Arbeit ihren geregelten Fortgang haben soll.

Bevor man mit der Arbeit in der Frühe beginnt, soll Alles in bester Ordnung und von musterhafter Sauberkeit sein, welche letztere namentlich von den zu vernickelnden Gegen-

ständen verlangt wird. Sodann hat man sich von der vorhandenen Stromstärke zu überzeugen, was praktisch gebildete Galvaniseure am einfachsten an der Größe der elektrischen Funken, und deren knisterndem Geräusch erkennen, welches hörbar wird, wenn die beiden Poldrähte sich berühren, d. h. die Kette geschlossen wird. Auch dann, wenn die beiden Poldrähte im Bade zusammengebracht werden, kann die Stromstärke daran erkannt werden, wie mehr oder minder lebhaft die Wasserstoffgasbläschen am Kupferpole sich entwickeln und daran emporsteigen. Obwohl dies gleichsam empirische Kriterien sind, so reichen sie doch für die Praxis aus und sind dem Praktiker ganz sicher, andernfalls muß man sich eines Galvanometers, wie dieselben in verschiedenen Constructionen käuflich zu haben sind, bedienen.

Fig. 11.



In den meisten Fällen wird ein zu starker Strom erzeugt, und kommt es darauf an, diesen zweckmäßig zu schwächen. Oft genügt es, das Metallbad recht voll zu packen, d. h. so viel Gegenstände, als nur hinein können, hineinzubringen, also die Kathodenfläche zu vergrößern — ebenso verwende ich mit gutem Erfolge ein Ende Eisendraht, den ich in den Kupferdraht der Anode einschalte, was leicht, wenn letzterer durchschnitten, die Enden aber mit dem erforderlichen Eisendraht von beliebiger Länge (entsprechend der zu überwindenden Stromstärke) verbunden werden. Anstatt Eisen- und Kupferdraht zu verbinden, leite ich beide Enden in ein mit Korken an beiden Seiten verschlossenes Glasröhrchen, wie obenstehende Zeichnung, Fig. 11, erkennen läßt,

ohne die Drahtenden zu verösen, und entferne oder nähere die letzteren nach Bedarf und Erfolg.

Eine andere praktische Einrichtung ist der sogenannte „Stromschwächer", ein Brettchen, auf welchem mehrere Reihen kleiner Stiftchen befestigt sind, um welche herum, in Spiralform, ein Neusilberdraht gewunden ist, siehe Fig. 12, deren Enden mit dem Leitungsdrahte der Batterie, gleichviel vom negativen oder positiven Pole, verbunden werden. Da

Fig. 12.

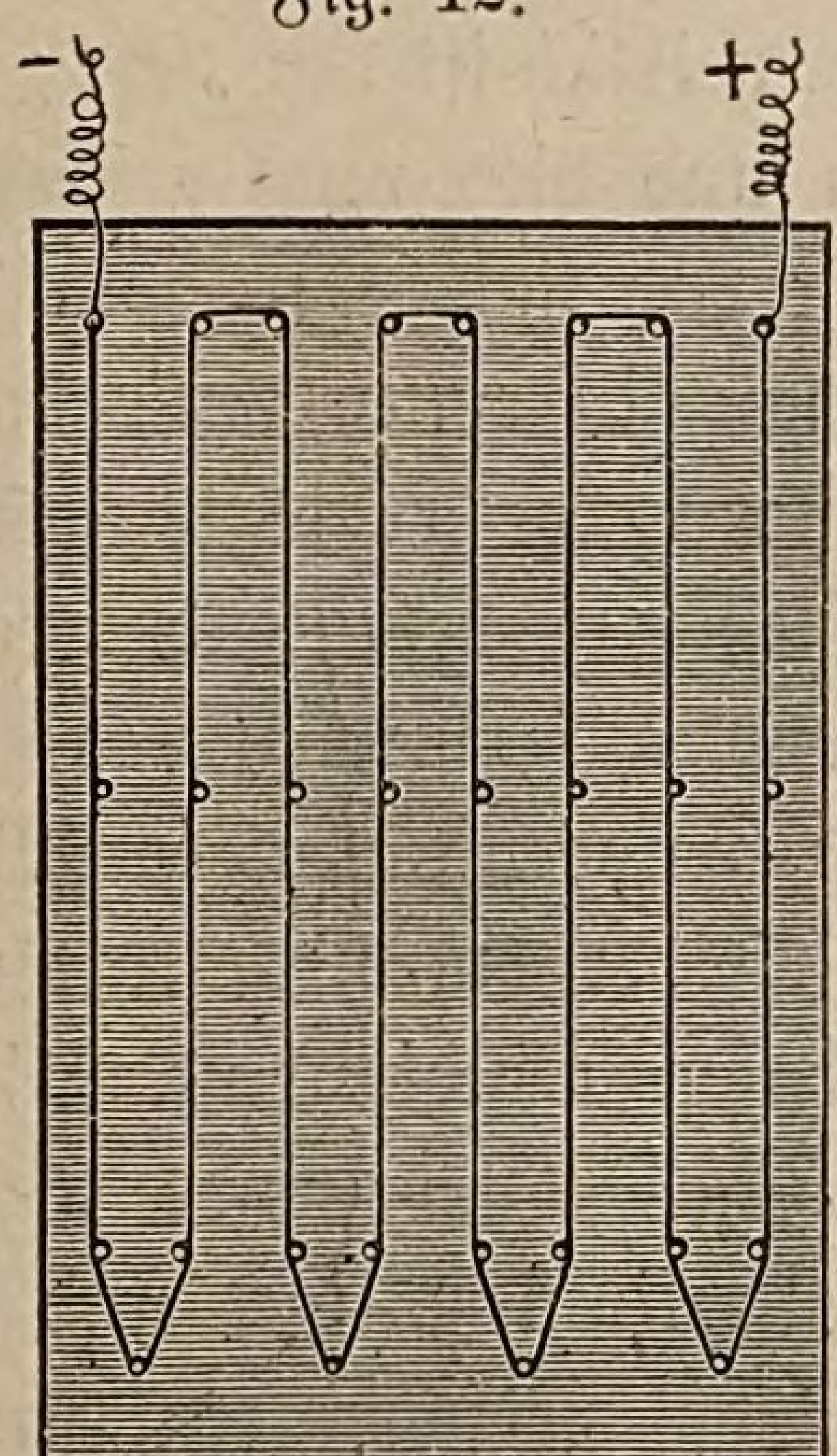
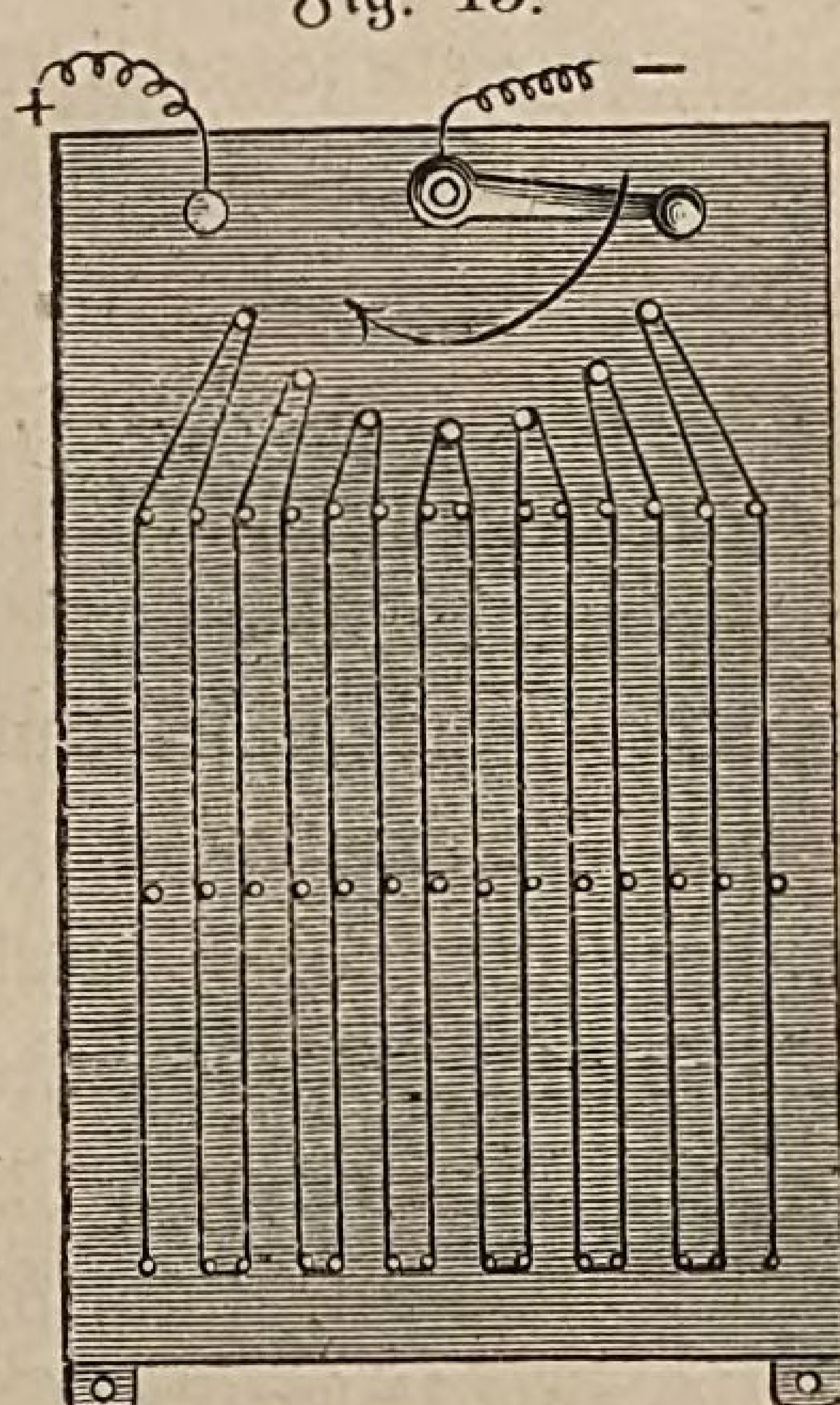


Fig. 13.



nämlich Neusilberdraht schlecht leitet (16 mal schlechter wie Kupfer), so leistet diese Vorrichtung gute Dienste, namentlich wenn, wie Fig. 13 zeigt, beide Drahtenden durch einen drehbaren Hebel verbunden und auch getrennt werden können, so daß selbst eine völlige Aufhebung des Stromes rasch und leicht ermöglicht ist. Selbstredend sind durch diesen kleinen Apparat alle sonstigen Hilfsmittel überflüssig, denn Verdünnen der Säure und halbes Füllen der Elemente, Ausschalten einzelner ꝛc. fallen fort.

Wie man sich von der vorhandenen Stromstärke durch das Galvanometer überzeugt, ist bereits pag. 43 u. f. gesagt.

§. 8. Gegenstrom.

Unter „Gegenstrom" ist diejenige elektrische Strömung zu verstehen, welche in den galvanischen Bädern selbst, ohne Mitwirkung der außen befindlichen Batterie, nur durch die Wirkung der resp. Salzlösung auf Anode und Kathode gebildet wird, und dem eigentlich wirksamen elektrischen (galvanischen) Batteriestrome entgegenwirkt. Unvermeidlich ist der „Gegenstrom" nie, aber zu überwinden und dies muß geschehen, wenn der Galvanisirproceß regelrecht vor sich gehen soll. Um sich nun hierfür zu sichern, hat man in erster Linie dafür zu sorgen, daß unter allen Umständen der erzeugte galvanische Strom durch ausreichende Elemente bedeutend größer wie der Gegenstrom sei und zweitens aufzumerken, daß bei schwachem Strome nicht zu große Anodenflächen im Bade vorhanden sind, d. h. weder zu viel Anode noch Kathode, weil die Stärke des Gegenstromes dadurch bedingt ist. Dieser letztere ist die Ursache, daß vorzüglich arbeitende Bäder urplötzlich versagen, namentlich cyankalium-haltige, und daß anfänglich gute Ueberzüge (Niederschläge) verschwinden, unansehnlich werden und wohl gar das ursprüngliche Metall, der Gegenstand selbst, angegriffen wird, ähnlich wie man es beim „Abziehen galvanischer Ueberzüge" beobachten kann. Mittelst eines Galvanometers ist ein vorherrschender Gegenstrom sofort erkenntlich, weil dieser die Magnetnadel nach links — statt nach rechts ablenkt.

Zweiter Theil.

Ueber Galvanoplastik im Allgemeinen.

Capitel I.

Allgemeine Regeln für die galvanoplastische Praxis.

§. 1. Stromstärke und deren constante Erhaltung.

Außer den Lehren, welche im ersten Capitel über den galvanischen Strom ertheilt wurden, mögen noch folgende, besonders für die Galvanoplastik nothwendige Regeln und Verfahrungsarten beachtet werden.

Die beste Leitung ist jene, bei der Draht- oder Metallenden durch Löthung verbunden sind, oft ist es aber auch genug, die blank gemachten Enden tüchtig zusammenzudrehen oder zu vernieten. Soll die Verbindung leicht gelöst werden können, so dienen „Klemmschrauben" hierzu oder kleine Gefäße (Näpfchen) von hartem Holz, Glas, Kupfer oder Eisen, aber ja nicht aus Messing, Blei oder Zinn, da sie mit Quecksilber gefüllt werden müssen und dieses letztere Metalle löst.

Die Stärke der galvanischen Kette hängt ab:

1. Von der Größe oder Oberfläche der Platten in den Elementen,

2. von der Entfernung, in welcher sie sich in der Flüssigkeit von einander befinden,

3. von der Stärke und Beschaffenheit der angewendeten Säuren oder Salzlösungen,

4. von der Beschaffenheit, Länge und Dicke der Leitungsdrähte und

5. von der Anzahl der Plattenpaare.

Die Leitungswiderstände, die im umgekehrten Verhältnisse zu der Stromstärke stehen, müssen so viel wie möglich behoben werden. Ist die Oberfläche der Platten eine große, so sind die beiden Widerstände des Ueberganges gering.

Bezüglich der Leitungsflüssigkeit ist der Widerstand um so größer, je weiter die Platten von einander abstehen, und desto geringer, je größer der Querschnitt der Flüssigkeit ist oder je concentrirter die Säuren oder Salzauflösungen sind.

Was den Schließungsdraht betrifft, so hängt der Widerstand niemals von dem Metalle, aus welchem derselbe besteht, ab, und verhält sich übrigens wie die Länge und umgekehrt wie der Querschnitt desselben. Daraus geht hervor, daß solche Drähte einen gleichen Einfluß auf die Stärke des galvanischen Stromes ausüben, bei denen man gleiche Zahlen erhält, wenn man ihre Länge durch ihren Querschnitt dividirt, oder wenn man ihre Längen mit sich multiplicirt und durch das Gewicht des Drahtes dividirt. Will man daher z. B. ohne Vergrößerung der Batterie dieselbe Wirkung bei einem Schließungsbogen von doppelter Länge erhalten, so braucht man dazu viermal so viel Draht dem Gewichte nach.

Obgleich die zu der Galvanoplastik dienenden Apparate keine langen Drähte nothwendig machen, auch auf die Beschaffenheit der Metalle, die man zur Verbindung nimmt, wenig ankommt, zumeist Kupfer, aber auch Messing, Blei und Zinn genommen werden kann, so seien doch hier die nach vielen Untersuchungen zusammengestellten Zahlen des Akademikers Lenz angeführt, welche die Leitungswiderstände

der am meisten gebräuchlichen Metalle ausdrücken. Danach hat: Silber = 9, Kupfer = 12, Gold = 15, Zinn = 36, Messing = 40, Eisen = 66, Blei = 80 und Platin = 84.

Ein Uebelstand bei der Galvanoplastik ist der, daß trotz vollkommener Sättigung des Bades der Niederschlag am Boden stets stärker ist als oben, und daß die Dicke desselben immer an dem entgegengesetzten Ende von dem Befestigungspunkte merklich größer ist, als an diesem Punkte selbst. Diesem kann zumeist entgegengearbeitet werden durch mehrere hinreichend lange Conductoren an den beiden Enden des Metalles, und dadurch, daß man die Zinkplatte mit dem zu galvanisirenden Gegenstande parallel stellt. Um das Durchstreichen des Stromes gleich zu machen, mag die Stellung der halb erhabenen Arbeit sein, welche sie wolle, so muß man dem Zink die allgemeine Gestalt der hervorragenden und vertieften Stellen der Matrize geben, oder dieselben Gestalten an der durchdringlichen Scheidewand anbringen, wobei man überall dieselbe Dicke beibehält.

Obgleich die Anordnung mit horizontaler Form den Vortheil der gleichförmigen Dicke des Ueberzuges bezweckt, bringt sie dagegen den Nachtheil, daß alle fremdartigen in der Kupferauflösung sich befindenden Körper sich auf der Matrize absetzen. Man zieht deshalb vorzüglich für kleine Gegenstände die verticale Lage vor und versieht den Apparat mit mehreren starken, hakenförmig gebogenen Kupferdrähten, um den Gegenstand abwechselnd in verschiedenen Lagen aufhängen zu können.

Was die verdünnte Schwefelsäure betrifft, ist es am besten, auf je 15 Gramm Wasser einen Tropfen Schwefelsäure zu geben, damit, wenn auch langsam, ein recht dichtes Kupfer erzielt wird; da sich die in der Thonzelle enthaltene verdünnte Schwefelsäure nach einiger Zeit mit Zink sättigt,

so ist es nöthig, etwa Morgens und Abends einige Tropfen Schwefelsäure zuzusetzen, oder besser die Thonzelle ganz zu entleeren und mit frischer Füllung zu versehen. Zugleich reinigt man die Zinkplatte von dem ihr oberflächlich anhaftenden schwarzen Schlamme, wenn sie nicht amalgamirt ist.

Von dem guten regelmäßigen Fortgange der Operation überzeugt man sich durch die schöne, helle, kupferrothe Farbe der abgesetzten Kupferschicht. Wird dieselbe dagegen braun und bekleidet sie sich mit einem lockeren, körnigen Pulver, so ist entweder die Kupferlösung erschöpft, zu wenig kupferhaltig, oder die Schwefelsäure und somit der Strom zu stark.

Ist die Zinkplatte aufgelöst, muß sie durch eine andere ersetzt werden.

Den Kupfervitriol muß man stets untersuchen, ob er frei von Eisen, Zink und Mangan ist. Die blaue Farbe genügt nicht für seine Güte. Unreine Vitriole geben aber schlechte, spröde Niederschläge. Eine frisch bereitete Lösung von reinem Kupfervitriol in Wasser leitet die Elektricität minder gut als eine überschüssige Säure enthaltende Flüssigkeit. Es findet daher aus einer solchen der galvanische Absatz langsamer statt, als aus einer schon mehrfach gebrauchten. Man gießt demnach bei ganz frischem Ansatz etwas englische Schwefelsäure oder eine entsprechende Menge einer alten Lösung zu. Nach solchem Zusatze lagert sich das Kupfer geschmeidiger ab, als aus einer neutralen Lösung.

Von großer Wichtigkeit ist für die Galvanoplastik auch von welchem Metalle die Leitungsdrähte sind, und um eine gleiche Stromstärke zu erzielen, wie beschaffen die Batterien sind.

Wie wir später uns überzeugen, werden im gewöhnlichen Verfahren die positiven Polplatten aufgelöst, aus diesem Grunde wird aber auch der diesen Pol verbindende

Draht im Metallbade stark angegriffen; um dies zu verhindern, wählt man deshalb entweder dasselbe Metall wie die Polplatte, oder das am wenigsten angreifbare Metall, das Platin, oder will man dies theuere Metall vermeiden, so isolirt man den Draht. Aber auch den Leitungsdraht, der den negativen Pol mit dem zu galvanisirenden Gegenstande verbindet, isolirt man aus dem Grunde stets, um zu verhüten, daß sich auf diesen Draht Metall unnützer Weise niederschlägt. Die von dieser allgemeinen Regel zu machenden Ausnahmen sollen geeigneten Ortes erwähnt werden.

Was die Beschaffenheit der Batterie und deren Reinigung betrifft, so ist eine Hauptbedingung, sich gute Elemente anzuschaffen. Sind diese zu reinigen, so löst man zunächst die Leitungsdrähte von den Klemmschrauben, welche den Apparat mit der Batterie oder den einzelnen Elementen verbinden. Sind die einzelnen Theile von einander getrennt, so reinigt man die porösen Thoncylinder einfach durch bloßes Ausspülen mit Wasser, die Kupfercylinder dagegen, indem man dem Wasser etwas Salzsäure zusetzt, sie dann ausspült und abtrocknet. Sind die Zinkcylinder nicht oder nicht gut amalgamirt, so bedecken sie sich entweder mit Zinkvitriol, wenn sie mit Schwefelsäure gefüllt waren, oder werden von einer schwarzen Kruste umgeben. Auf galvanischem Wege werden diese Zinkcylinder sehr schnell und leicht dadurch gereinigt, daß man um den Zinkcylinder einen nicht zu kurzen, gut ausgeglühten Kupferdraht bindet, an dessen anderes Ende man ein Stück Gußeisen, so groß wie der Zinkcylinder, bindet. Beide werden nun in ein irdenes, mit sehr verdünnter Schwefelsäure (1 Theil Säure auf 30 Theile Wasser) gefülltes Gefäß gestellt, und nach einigen Minuten löst sich die schwarze Kruste ab; dabei ist zu beobachten, daß man den Cylinder nach allen Seiten drehe, und wenn das durch den

Zersetzungsproceß erzeugte heftige Blasenwerfen aufhört, noch etwas Schwefelsäure hinzusetzt. Die noch anhängende Kruste entfernt man schließlich leicht durch Abspülen und scharfes Bürsten.

Eine weitere Vorsicht ist allen Metalltheilen und somit auch den Leitungsdrähten, wo sie mit den Klemmschrauben in Verbindung stehen, zuzuwenden, indem dieselben frei von jeder Oxydschichte eine reine metallische Oberfläche haben müssen. Elemente mit ganz frischen Thoncylindern geben oft nicht gleich einen galvanischen Strom; dies beruht darauf, daß die erregenden Flüssigkeiten die Thoncylinder noch nicht durchdrungen haben; in diesem Falle hat man nichts weiter als abzuwarten, bis der eingeschaltete Galvanometer den elektrischen Strom anzeigt, und dann erst den Gegenstand in das Metallbad zu bringen.

Wird die Flüssigkeit trübe, ohne daß man im Stande ist, die Batterie zu reinigen, so muß man dieselbe wenigstens von dem Bodensatz befreien. In Kupfercylindern bildet sich ein schmutzig grüner Niederschlag, der in Wasser nicht löslich und basisch schwefelsaures Kupferoxyd ist; in dem Zinkcylinder dagegen bildet sich ein weiß-grauer Absatz von Zinkvitriol, oder bei Kochsalzlösungen ein schlammiger Bodensatz. In solchen Fällen muß der grüne Niederschlag abfiltrirt, der Zinkvitriol entfernt, die Kochsalzlösung dagegen durch eine neue ersetzt werden.

Von wesentlicher Bedeutung ist bei den einzelnen Plattenpaaren einer Batterie die Art und Weise, wie dieselben unter einander verbunden werden. Vereinigt man nämlich alle Zinkplatten unter einander, und ebenso alle Kupferplatten, so ist die Wirkung ebenso, als ob man ein Plattenpaar von um so vielfach größerer Oberfläche hätte, als Platten vorhanden sind. Eine andere Wirkung ist dagegen,

wenn man die Kupferplatte des ersten Paares mit der Zinkplatte des zweiten Paares u. s. w. verbindet, und die Erfahrung hat gelehrt, daß bei der Verbindung einer Anzahl einzelner Plattenpaare hintereinander 1. die Kraft, welche den Strom in Bewegung setzt, und 2. der Leitungswiderstand der Platten selbst im Verhältnisse ihrer Anzahl vervielfacht wird, endlich daß die Anordnung die vortheilhafteste ist, bei welcher der Leitungswiderstand der Batterie entweder genau oder nahezu so groß ist, als der Leitungswiderstand des Schließungsdrahtes.

§. 2. Regulirung und Wahl der Stromstärke.

Die allgemeinen Grundprincipien der Galvanoplastik bestehen darin, den zu zersetzenden Stoff, welcher wie die Metallauflösungen einige Leitungsfähigkeit besitzen muß, mit den Enden der Drähte zu berühren, die von den Polen einer galvanischen Batterie herkommen. Sobald die Zersetzung erfolgt, scheidet sich der eine der zu trennenden Theile an dem positiven, der andere an dem negativen Drahte ab. Unterwirft man z. B. eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd (Kupfervitriol) dem zersetzenden Einflusse eines galvanischen Stromes, so zerlegt sich das Kupferoxyd in seine Bestandtheile (Sauerstoff und metallisches Kupfer), wovon der Sauerstoff am positiven Pole, dagegen das Kupfer am negativen Pole sich abscheidet. Je nachdem nun die Stärke des Stromes ist, vermengt sich das Kupfer als eine Masse oder in einzelnen Theilen; ist der Strom schwach, so vereinigt sich das Kupfer infolge der langsamen Ablagerung zu einer ganzen Masse, welche an Härte und Festigkeit gegossenes und gehämmertes Kupfer übertrifft. Bei einem stärkeren Strome erzeugen sich die Kupferkrystalle zu schnell,

und es bildet sich, da dieselben nicht Zeit haben, sich zu verbinden, nur ein lockeres braunes Pulver, das sich nicht an einem Gegenstande niederschlagen läßt. Doch nicht jede Kupferlösung ist hierzu geeignet, denn salpetersaures oder salzsaures Kupferoxyd sind nicht allein unbrauchbar, sondern nur eine geringe Beimischung von diesem zu schwefelsaurem Kupferoxyd vereitelt jeden guten Erfolg, da sich statt metallischen Kupfers Kupferchlorür bildet. Was hier vom Kupfer gesagt wurde, gilt von den Niederschlägen der anderen Metalle auch, und es gilt folgende Regel:

Im Anfange der Operation muß der Strom stets schwach gehalten werden und nur langsam wirken, damit der Niederschlag nicht grobkörnig wird, erhabene Stellen oder unregelmäßige Massen bildet und sich leicht abbröckelt. Ist der Strom anfangs schwach, so wird der Niederschlag dicht und feinkörnig. Ist die erste Schicht gebildet, dann kann man den Strom entweder durch eine größere Anzahl von Batterie-Elementen, oder, wenn nur ein einfacher Apparat zu Gebote steht, durch Erwärmung der Flüssigkeiten (des Metallbades) verstärken, da, wie wir gesehen haben, die Flüssigkeiten entgegengesetzt den Metallen immer bessere Leiter werden, je wärmer sie sind, während Metalle im heißen Zustande größeren Leitungswiderstand bieten.

Da in der Galvanoplastik die Elektrolyten nur in flüssiger Form angewendet werden können, so gab man ihnen den Namen „Metallbäder" oder noch kürzer „Bäder", und wir werden uns in Zukunft nur dieses Ausdruckes bedienen.

Einen großen Unterschied macht auch die Beschaffenheit des Objectes; ist dasselbe leichter als das Bad, so muß

dasselbe mit nicht leitenden Körpern, als gefirnißte Bleistücke, Kieselsteine ꝛc., belastet werden. Ist das Object dagegen ein sehr großes, so muß dasselbe mehrere Male von seiner Stelle gerückt werden, da das Bad infolge der Schwere der Salztheilchen unten am dichtesten ist, woselbst daher auch auf dem Object ein stärkerer Ueberzug entsteht, wenn dasselbe in ein und derselben Lage verbleibt.

Eine weitere Vorsicht ist darauf zu verwenden, daß die positive Elektrode, d. i. die Zinkplatte oder die dem zu galvanisirenden Gegenstande gegenüberstehende, so viel als möglich mit diesem Gegenstande parallel läuft und annähernd eben so groß im Umfange als der zu behandelnde Gegenstand ist.

So wie das Wasser, welches zur Lösung der verwendeten Chemikalien benützt werden soll, vollkommen rein, d. h. wenn möglich destillirtes, wenigstens aber filtrirtes sein muß, ebenso rein muß der zu galvanisirende Gegenstand oder vielmehr dessen Oberfläche sein, d. h. es dürfen auf demselben weder Staub-, noch Rost-, noch Schweiß- oder Fettflecke sich befinden, wenn der metallische Niederschlag schön gelingen soll, denn nur auf metallisch ganz reinen Oberflächen kann ein zusammenhängender und guter Niederschlag gelingen. Bevor die Gegenstände in den Apparat gebracht werden, müssen dieselben daher durch mehrfache Reinigung gesäubert oder ausgeglüht oder gebeizt werden, je nachdem der Gegenstand von verschiedenem Material ist. Man nennt dieses Verfahren die „Decapirung der Objecte“.

Die Haupterfordernisse an einem galvanoplastischen Niederschlage sind Homogenität und Cohärenz desselben. Hierzu trägt viel der Elektrolyt oder die Zersetzungsflüssigkeit bei. Der beste Elektrolyt für Kupferniederschläge auf alle Matrizen, welche sich in der Flüssigkeit nicht verändern, ist

eine Kupfervitriollösung mit einem Zusatze von $^1/_4$ bis 7 Percent Schwefelsäure, so z. B. eine Kupfervitriollösung von 15 bis 20° B. mit einem Zusatz von Schwefelsäure um 1 bis 2° B. verstärkt. Es wird einerseits die Leitungsfähigkeit bedeutend vergrößert, andererseits der Kupferniederschlag beschleunigt.

Eine angesäuerte Kupfervitriollösung ist vorzüglich gut, wenn der Strom schwach und die Polfläche eine große ist. Meidinger erklärte das in folgenden Worten: „verschiedene Elektrolyte, in Wasser gelöst, werden im Verhältnisse ihrer Leitungsfähigkeit durch den elektrischen Strom zersetzt; da Schwefelsäure bei etwa 12facher Verdünnung mit Wasser mindestens siebenmal besser leitet als concentrirte Kupfervitriollösung, so wird dieselbe so gut wie allein durch den Strom in einem mit 7 Percent davon versetzten Kupferbade zersetzt; es sucht sich somit Wasserstoff am negativen Pole auszuscheiden. In statu nascenti reducirt derselbe jedoch die Kupferlösung, und es scheidet sich, sofern nur genügend Kupfer an dem Pole vorhanden, so lange also der Strom im Verhältniß zur Concentration der Lösung nicht zu stark ist, nur Kupfer aus. Wie erklärt sich nun aber der Unterschied in der Beschaffenheit des Metalls? So lange der Strom so stark ist, daß die Fällung sich an der Grenze des normalen Niederschlages befindet, ist kein Unterschied zu bemerken; derselbe giebt sich nur bei schwachen Niederschlägen zu erkennen. Bei neutraler Lösung ist gewissermaßen ein der freien Elektricität an den Polen entsprechender Ueberschuß von Kupfer vorhanden, so daß eine sehr regelmäßige Krystallbildung erfolgen kann; in saurer Lösung besteht der Ueberschuß von Stoff an dem Pole jedoch aus Wasserstoff, welcher erst im Verhältnisse, als er elektrolytisch wirklich frei wird, eine Ausscheidung von Kupfer bewirkt; die Theilchen werden

somit nur vereinzelt in äußerst kleiner Größe sich ansetzen können. Ob der Strom, respective die Stromdichte, groß oder klein ist, hat auf den Vorgang dabei gar keinen Einfluß. So erklärt es sich, daß der Metallniederschlag auch immer gut geräth, sobald man Schwefelsäure zu dem Kupferbade zusetzt, und daß sich somit die massive Galvanoplastik im Allgemeinen so leicht ausüben läßt; denn der Grenze des zu raschen Niederschlages nähert man sich unter gewöhnlichen Umständen nicht. Auch wird auf jene Wirkung der Schwefelsäure die zuweilen vorgefundene Behauptung zurückzuführen sein, daß ein Bad erst nach einiger Zeit des Gebrauches gute Niederschläge gäbe. Häufig wird nämlich zu dem Zink Schwefelsäure gegeben; diese diffundirt durch die poröse Scheidewand zu der neutralen Kupferlösung über, verbessert dadurch erstens deren Leitungsfähigkeit, wodurch der Niederschlag rascher erfolgt, und zweitens findet secundäre Zersetzung statt. Auch der allmählich überdiffundirende Zinkvitriol wird ähnliche Wirkungen zeigen. Derselbe bewirkt, daß die Lösung relativ ärmer an Kupfervitriol wird, und erleidet ferner selbst eine Zersetzung, die allerdings nicht so bedeutend ist, da beide Salze sich in ihrer Leitungsfähigkeit nahe stehen; jetzt ist es das am negativen Pole sich ausscheidende Zink, welches die theilweise Kupferfällung bewirkt. Die Elektrolyse sonst scheinbar indifferenter Substanzen und die durch deren Zersetzungsproduct erfolgende secundäre Ausscheidung des Metalles spielt ohne Zweifel in der Galvanoplastik überhaupt eine große Rolle; die Wirkung der Cyankaliumbäder läßt sich gewiß auf die indirecte Zersetzung zurückführen."

Die Adhäsion des metallischen Niederschlages an der metallischen Unterlage wird befördert, daß man die Kathode zuerst eine kurze Zeit zur Anode macht und hierauf den Strom wechselt.

Um das Anhaften des galvanoplastischen Niederschlages an dem metallischen Originale zu verhüten und ersteren, ohne ihn zu zerbrechen, leicht abnehmen zu können, wendet man ein von Mathiot angegebenes Verfahren an. Man setzt nämlich die Metallfläche vor dem Einhängen in die Flüssigkeit einen Augenblick der Einwirkung von Joddämpfen und dann dem directen Sonnenlichte, oder auch blos gewöhnlichem diffusen Lichte aus. Man ändert dieses Verfahren auch dahin ab, daß man die Metallfläche mit einer Auflösung von einem Theil Jod in 1000 Theilen Alkohol wäscht und dann einige Stunden den Sonnenstrahlen aussetzt.

Ein anderes bewährtes Verfahren besteht darin, daß man die Metallfläche mit einem Baumwollbäuschchen reibt, welches mit Terpentinöl getränkt ist, worauf man sie mit einem weichen Leinentuch gut abtrocknet und dann einige Stunden an der Luft liegen läßt.

Capitel II.

Anwendung der Galvanoplastik.

Die Galvanoplastik hat sich nach drei verschiedenen Richtungen ausgebildet, nämlich: 1. für das Verfahren der Metallüberzüge (Vergoldung, Versilberung u. s. w.); 2. für die bildende Kunst, wo sie an die Stelle des bisherigen Metallgusses tritt, auch Galvanoplastik im engeren Sinne genannt, und 3. für die vervielfältigende Kunst, zumal zur Vervielfältigung von Stichplatten, Anfertigung von Clichés u. s. w.

1. Die Metallüberzüge für gewerbliche Zwecke wendet man an bei metallenen Gegenständen aller Art, wie: gußeiserne Röhren, Maschinentheile, Flintenläufe, eiserne Dachziegeln und Pfannen, gußeiserne Statuen, welche durch den galvanoplastischen Niederschlag vor Oxydation im Wasser

und an der Luft bewahrt werden sollen; man wendet sie an, um stählerne chirurgische Instrumente zu verkupfern oder zu versilbern, oder zu chemischen Zwecken dienende, dem freien Feuer oder dem Angriff starker Säuren ausgesetzte Gefäße, wie Kessel, Kochschalen, Kolben, Retorten zu verkupfern, versilbern oder zu verplatiniren.

Man benützt die Galvanoplastik, um größere oder kleinere Statuen, Gesimse, Ornamente mit einem Metallniederschlag zu überziehen, ebenso dergleichen Gegenstände zu vergolden, zu versilbern, zu bronziren ꝛc.

Man kann durch dieselbe Gefäße oder Geräthe aller Art, wie Becher, Vasen, Leuchter ꝛc., sowie alle möglichen Luxusartikel, ja selbst Spitzen vergolden, versilbern ꝛc.; ebenso gut aber auch dergleichen Gegenstände von dem galvanoplastischen Ueberzuge wieder befreien oder mit farbigen Niederschlägen versehen (galvanoplastische Färbung der Metalle, Metallochromie, Galvanochromie); aber selbst Alterthumsgegenstände können nachgeahmt werden; wir erwähnen die sogenannte Patina antiqua, das oxydirte oder galvanisirte Silber, die Incrustationen, das galvanoplastische Niello und die Galvanoplastik von Krystallisationen.

Man nennt diesen Zweig der Galvanoplastik „Galvanometallurgie oder Galvanostegie.“

2. Die Anwendung der Galvanoplastik für die bildende Kunst, „Galvanoplastik im engeren Sinne“, erstreckt sich auf die Reproduction von Münzen und Medaillen, Petschaften, Siegeln, Gemmen, Cameen, Abdrücke in Gyps ꝛc. Gegenstände, welche oft für die Kunst- und Alterthumsforscher von großer Wichtigkeit sind, da keine Copie ein so treues Abbild zu geben vermag, wie eine galvanoplastische; man wendet sie an, um vertiefte Copien auf erhabenen Oberflächen zu erhalten, oder zur Verfertigung der

Modelle, welche man von Früchten, Pflanzen u. s. w. erhält, oder um die verschiedenartigsten im gewöhnlichen Zustande sehr leicht zerstörbaren Körper von Gyps, Glas, Thonwaaren, Porzellan, Holz u. s. w. zu copiren.

Eine wichtige und in heutiger Zeit fast unentbehrlich gewordene Anwendung der Galvanoplastik besteht auch in der für die bildende Kunst so wichtigen Herstellung von großen und monumentalen Bildwerken, wie es eine gewiß erfreuliche Erfindung: die galvanoplastische Vervielfältigung von Maßstäben, getheilten Figuren und Kreisen und anderen mathematischen Instrumenten ist, deren Eintheilung nicht nur viel Zeit und große Sorgfalt erfordert, sondern oft in so vollkommen gleicher Theilung kaum anders möglich wäre.

3. Für die vervielfältigende Kunst, zumal die Reproduction von Stichplatten, Letternsatz, Clichés, Plänen, zur Herstellung von Stereotypplatten, Vignetten rc. leistet die Galvanoplastik ebenfalls Vorzügliches.

Man nennt sie hiernach, den verschiedenen Zwecken dienend, „Elektrotypie“, ferner die Darstellung geätzter Druckplatten, Elektrographie, Glyphographie, Galvanographie, das galvanoplastische Copiren von Daguerreotyp-Platten, die Reproduction photographischer Druckplatten (Photogalvanographie), Naturselbstdruck, Galvanoglyphik, Galvanotypie und Chalcotypie oder Metallographie.

Eine vorzügliche Anwendung findet sie auch bei dem Verstählen von Kupferdruckplatten und in der Reproduction von Platten für künstliche Narben in Leder.

Man benützt sie zur Reproduction der geebneten oder gravirten Kupferplatten, zur Reproduction der Holzschnittplatten, kurz zur Herstellung jeder Art von Reliefplatten,

gleichviel, ob diese von plastischen Werken, also von Reliefs oder von Druckplatten, sei es Kupferstich, Holzschnitt ꝛc. genommen sind.

Nicht minder wichtig und interessant ist ihre Anwendung in Verbindung mit den zeichnenden Künsten, um theils unterstützend mitzuwirken, theils blos die vollendeten Werke zu vervielfältigen.

Wie wichtig und allgemein anwendbar die Galvanoplastik ist, beweist neuerdings die Fällung des Kupfers aus Cementwasser auf galvanischem Wege. Während dieses früher aus dem durchschnittlich 280 Gramm Kupfer per Cubikmeter enthaltenden Grubenwasser in Schmollnitz nur durch metallische Fällung auf Eisen gewonnen werden konnte und dies eine zeitraubende, kostspielige Arbeit war, versuchte A. Patera die Fällung durch die Galvanoplastik und erzielte einen großen Erfolg. Er kittete in ein mit Guttapercha ausgelegtes Tannenholzkästchen eine viereckige Thonzelle so ein, daß die die längere Seite des Kästchens berührenden zwei Wände derselben vollkommen wasserdicht abgesperrt waren; es wurde auf diese Weise von den kürzeren Seiten des Kästchens, den freien Wänden der Thonzelle, dem Boden des Kästchens und dem der Zelle ein leerer Raum gebildet, durch welchen die zu entkupfernde Flüssigkeit passiren konnte; diesen Raum füllte er nun zuerst mit granulirtem Kupfer aus; da jedoch eine große Menge granulirten Kupfers dadurch gebraucht wird, das wohl nicht verloren, doch viel Geld kostete, so ersetzte er dasselbe durch Coaksstückchen, welche das Kupfer vollkommen überziehen und denselben Zweck erfüllen. In die Thonzelle gab er Eisenplatten, die an einen starken Draht parallel so angelöthet sind, daß zwischen jeder Platte ein Zwischenraum von 8 Millimeter ist. Dieses Eisenplattensystem verband er durch Leitungsdrähte mit dem

granulirten Kupfer und ließ den Strom wirken, indem die Kupfervitriollösung auf einer Seite der Zelle continuirlich einfließt und auf der anderen Seite durch ein Glasrohr abfließt.

Der Erfolg zeigte, daß die Kupfervitriollösung, durch zwei solcher Apparate fließend, da der Weg, den sie in einem zu durchlaufen hat, kaum 50 Centimeter beträgt, vollkommen entkupfert wird. Die Vortheile, welche hiedurch gewonnen werden, liegen einerseits in dem geringen Eisenverbrauch, in der Reinheit des erhaltenen Kupfers und in der leichten Ueberwachung der ganzen Manipulation.

Die Thonzelle kann man auch nur mit Roh- oder Schmiedeeisenstücken füllen und zur Erregung der Thätigkeit an der Anode eine mäßig starke Kochsalzlösung benützen. Die Thonzellen lassen sich aus Thonplatten aneinander fügen und die Zwischenräume mit Gyps, Pech oder Asphalt ausgießen. Statt der Thonzellen kann man auch mit Aetzkali ausgekochtes und dadurch von Harz befreites Tannenholz anwenden.

Capitel III.

Von den Apparaten.

Zur Galvanoplastik bedient man sich entweder des „einfachen Apparates", bei dem der elektrische Strom im Apparate selbst durch Mitwirkung des Metallbades zu Stande kommt, oder des „zusammengesetzten", bei dem der galvanische Strom durch eine außerhalb befindliche Batterie erzeugt wird. Die Wirkungen sind in beiden Fällen ziemlich die gleichen, doch hat der letztere Apparat den Vorzug, daß man die sogenannte lösliche Elektrode anwenden kann, d. h. daß man als Elektrode dasselbe Metall nimmt, mit welchem der Gegenstand überzogen werden soll.

Was den einfachen Apparat betrifft, so stellt sich derselbe folgendermaßen zusammen: In einem größeren

Gefäß A B von Glas (Fig. 14), das mit concentrirter Kupfervitriollösung gefüllt ist, hängt auf Stäben e e ein unten offenes Glas a b, dessen untere Oeffnung durch eine Schweins- oder Ochsenblase c d als Diaphragma fest zugebunden ist, und zwar so, daß der Boden der ersteren ungefähr 5 Centimeter vom Boden des letzteren entfernt ist. In diesem mit verdünnter Schwefelsäure gefüllten Glase a b ist die Zinkplatte Z so aufgehängt, daß sie die Blase nicht berührt. An dieser Zinkplatte ist ein Zinkstreifen z so befestigt und um das Glas gebogen, daß er den im ersten Gefäße A B befindlichen Gegenstand G berührt. So weit dieser Zinkstreifen in die Kupfervitriollösung eintaucht, muß derselbe mit geschmolzenem Wachs oder Schellack überzogen und dadurch isolirt gemacht sein. Dies ist der von Jacobi angegebene Apparat.

Fig. 14.

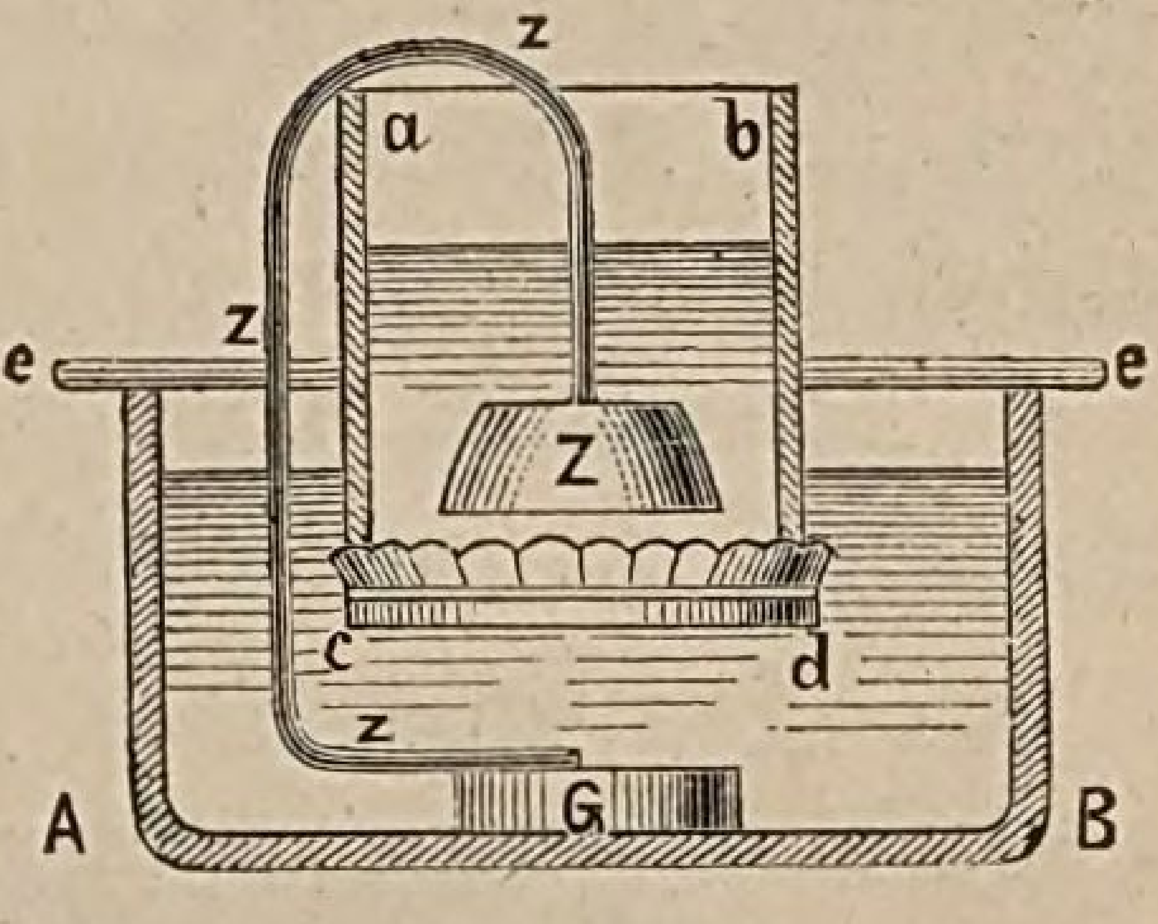
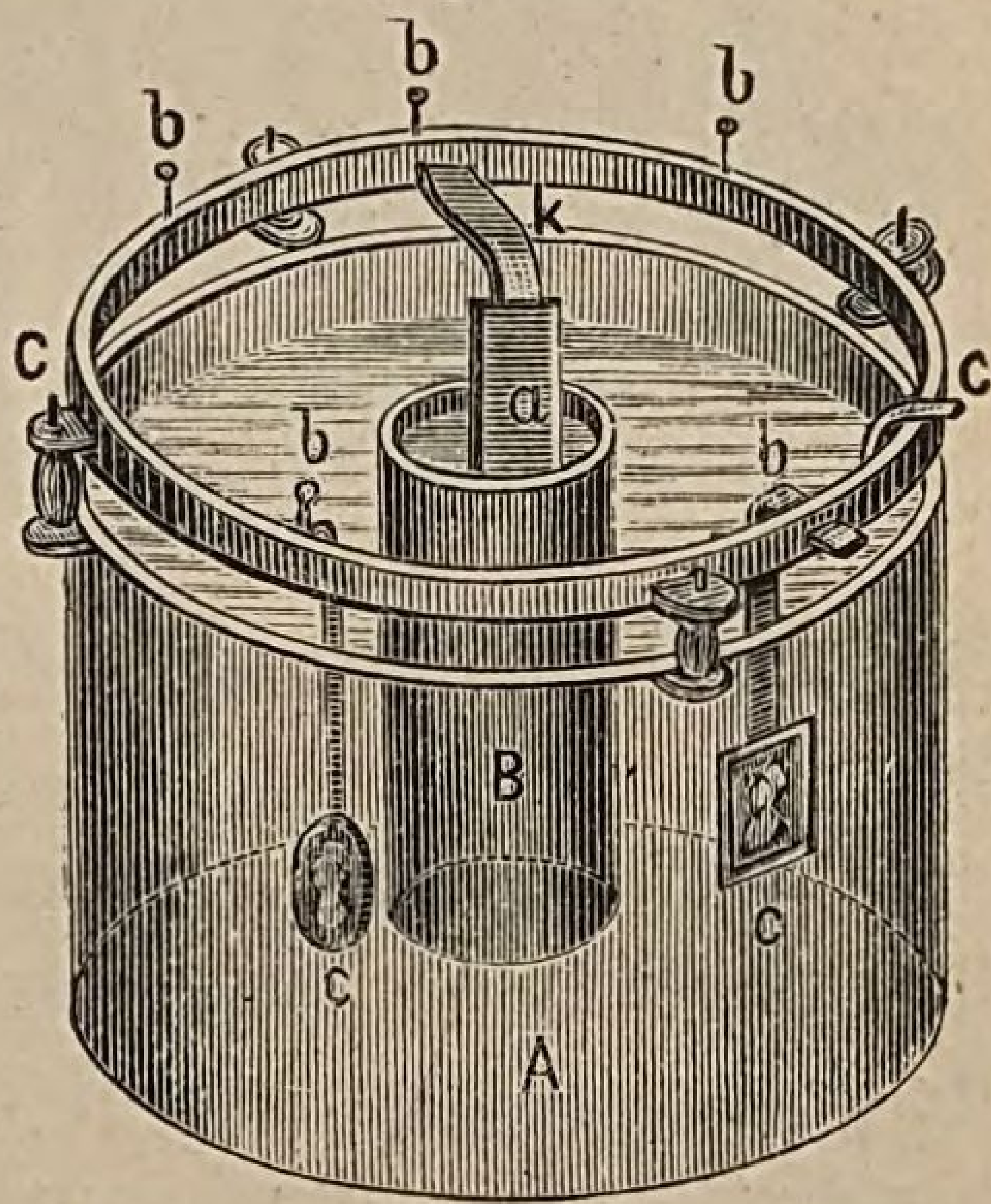


Fig. 15.

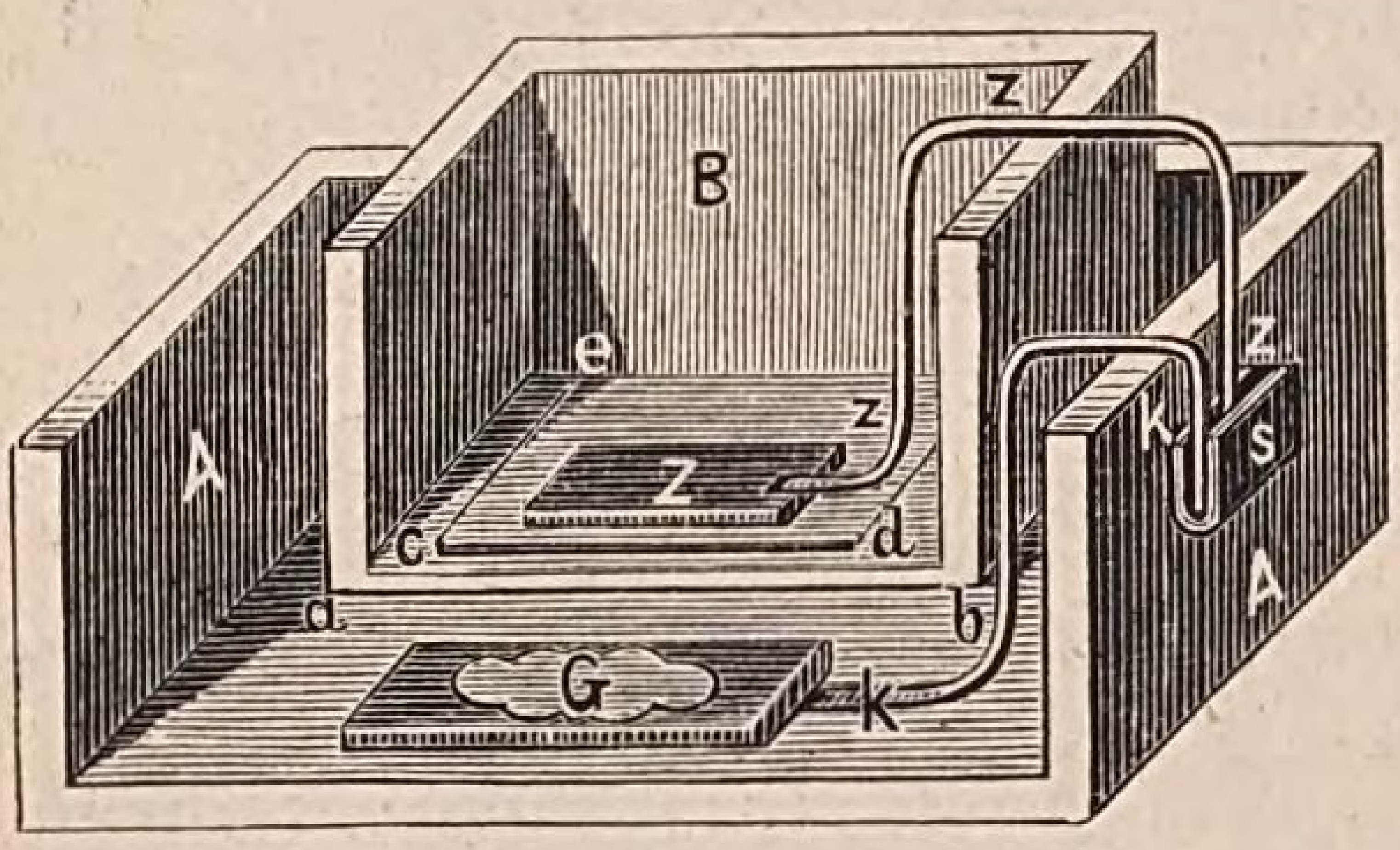


Für kleine Gegenstände eignet sich auch vorzüglich folgender Apparat (Fig. 15). Er besteht aus einem Porzellan- oder Glasgefäß A, in welchem ein Thoncylinder B als Diaphragma, der mit verdünnter Schwefelsäure angefüllt ist, steht. An diesem ist ein amalgamirter Zinkstreifen a befestigt, der mittelst eines Kupferstreifens k mit dem Kupferringe C C verbunden ist, welch' letzterer etwas kleiner als

der Umkreis des Gefäßes A und auch an diesem Gefäße befestigt ist. in welchem die Kupfervitriollösung sich befindet. An diesem Kupferringe sind nun in gewissen Abständen Kupferstifte b b b angebracht, an welche die mit einem galvanoplastischen Ueberzuge zu versehenden Objecte c c mittelst eines Leitungsdrahtes, der mit Wachs isolirt ist, in die Kupfervitriollösung hineingehängt werden. So lange die Zink- und Kupferstreifen verbunden sind und die Kupfervitriollösung gesättigt ist, findet der Niederschlag statt.

Statt dieses Apparates kann man auch einen solchen anwenden, der nur ein Gefäß enthält, welches durch eine für die Flüssigkeit undurchdringliche Wand, z. B. aus Gyps in zwei Kammern getheilt ist. Diese Scheidewand darf jedoch nicht zu dick sein, um die Intensität des Stromes so wenig als möglich zu vermindern.

Fig. 16.



In dem einen Fache dieses Gefäßes liegt nun der zu galvanisirende Gegenstand in einer Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd oder von einem anderen Salze, in dem anderen Fache ist eine Zinkplatte, ungefähr von der Größe der Oberfläche, welche der Gegenstand besitzt, und zwar 1—1$^1/_2$ Centimeter von der Wand entfernt, angebracht. Die Leitung ist, sowie im ersten Apparate, durch einen gebogenen Zinkstreifen hergestellt.

Ein zweckmäßiger, einfacher, und besonders für größere Gegenstände anwendbarer Apparat ist der aus zwei Holzkästen A A und B bestehender (Fig. 16). Derselbe unterscheidet sich von dem ersteren darin, daß die beiden Gefäße aus Holz sind und mit einem guten Lack aus gleichen Theilen Gutta-

percha und Colophonium angestrichen werden, wodurch sie sowohl vorzügliche Isolatoren bilden, als auch vollkommen wasserdicht sind und nicht von Chemikalien angegriffen werden. Der Boden a b des kleineren Gefäßes B besteht aus Pergament, oder einer Pappetafel, oder Kalbsleder, oder lohgarem Kalbsfell, das man einige Tage vorher mit Glycerin tüchtig eingerieben und geknetet hat. Ungefähr 1 bis $1\frac{1}{2}$ Centimeter höher ist eine Leinwand c d e ausgebreitet, auf welcher die dem zu galvanisirendem Gegenstande entsprechend große Zinkplatte Z liegt, von welcher ein Zinkstreifen z nach aufwärts geht. Die Matrize oder der Gegenstand G liegt am Boden des größeren Holzgefäßes A A und ist durch Kupferstifte auf einen Metallstreifen k befestigt, der ganz isolirbar gemacht, so weit er in die Flüssigkeit taucht, außerhalb der Flüssigkeit mit dem von der Zinkplatte ausgehenden Zinkstreifen z durch eine Klemmschraube s leitend verbunden ist.

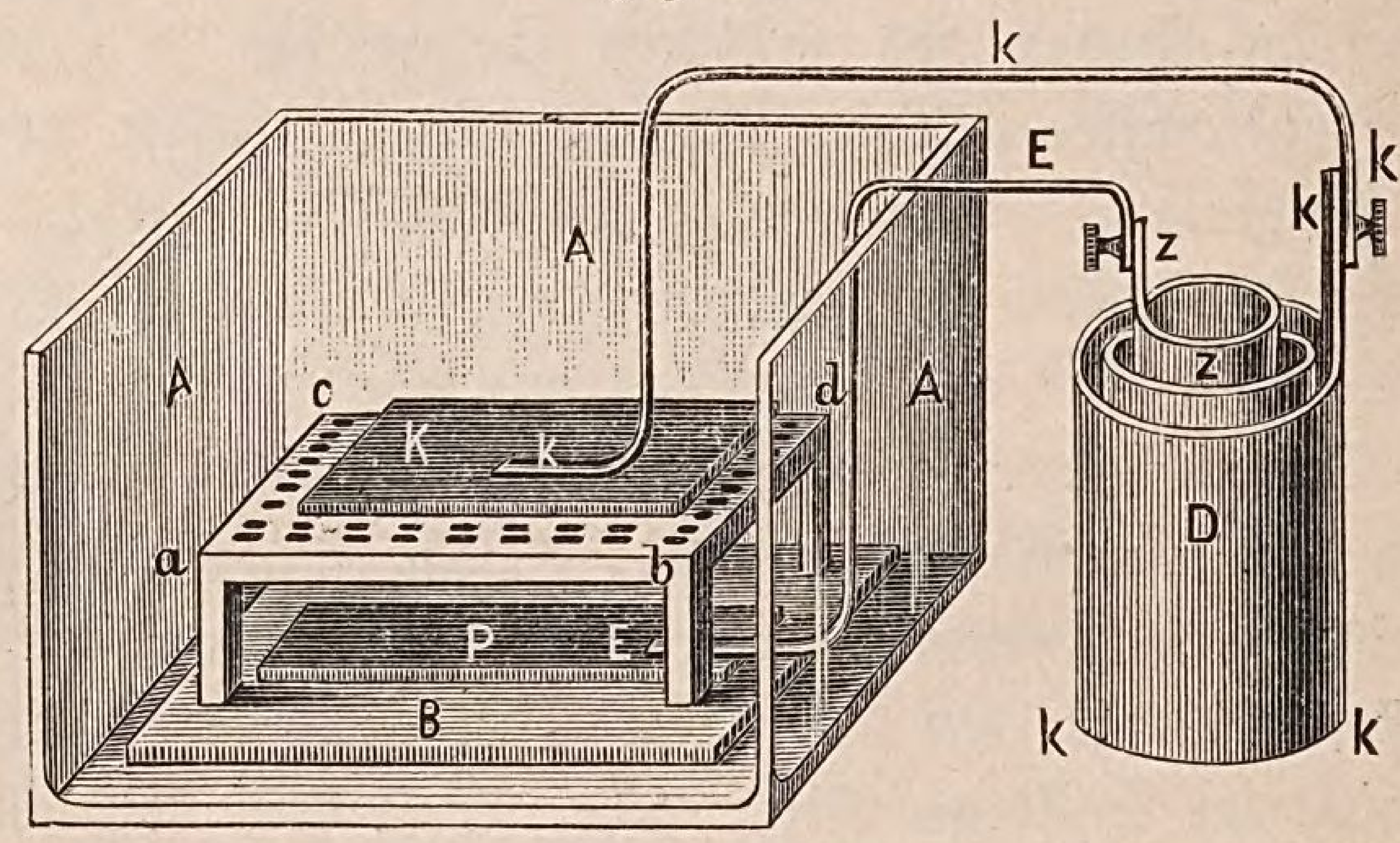
Da, wie wir gesehen haben, durch den Zersetzungsproceß das schwefelsaure Kupferoxyd nicht in demselben Grade der Sättigung bleiben würde, so hängt man einen Leinwandbeutel oder ein Körbchen oder auch eine siebartig durchbrochene kupferne Rinne mit Krystallen von schwefelsaurem Salze in die Salzlösung, welche dann je nach dem Verbrauche der zersetzenden Flüssigkeit aufgelöst werden, wodurch die Concentration des Bades gleichmäßig erhalten wird. Die Krystallisation kann man aber durch einen Temperaturgrad von 40 bis 70 Grad am besten verhüten.

Was diese kupferne Rinne betrifft, so schlägt man ihre beiden Kanten um ein Paar starke Messingdrähte, welche so lang sind, daß sie auf jedem Blech 3 Centimeter über das Blech hervorstehen und, auf den Seitenwänden des Kastens aufliegend, die Rinne tragen, so daß diese wenigstens drei Centimeter in die Vitriollösung taucht. Vorher hat man

das Blech in seiner Mitte auf 13 Centimeter Breite mit etwa 2 Millimeter großen, 3 Centimeter von einander abstehenden Löchern versehen und dann in Form eines U so gebogen, daß etwa 5 Centimeter hohe Ränder an jeder Seite aufrecht stehen, der cylindrische Boden der Rinne aber 10 Centimeter breit wird.

Für größere Gegenstände, und wenn man einen stärkeren Strom braucht, wendet man den „zusammengesetzten Apparat" an, der sich von dem einfachen dadurch unterscheidet, daß der Apparat selbst nur eine Flüssigkeit

Fig. 17.



enthält, während der zersetzende Strom von einer besonderen Batterie aus einer bestimmten Anzahl von Elementen bestehend geliefert wird. Daß durch die Vermehrung der Batterie ein stärkerer Strom entsteht, ist selbstverständlich, sie bieten aber auch den Vortheil, daß die metallische Auflösung immer in demselben Grade der Sättigung steht.

Ein solcher zusammengesetzter Apparat (Fig. 17) besteht aus einem großen Glasgefäß A A, in welches das Metallbad gegossen wird. Auf dem Boden liegt ein Brett B, auf diesem steht ein durchbohrter Schemel a b c d, auf welchem eine in Leinwand gehüllte starke Kupferplatte K, die mittelst eines

Kupferstreifens k mit dem positiven oder Kupferpol k k der außerhalb stehenden Batterie aus einem oder mehreren Daniell'schen Elementen D in Verbindung steht. Der zu galvanisirende Gegenstand (Platte, Modell oder Matrize) P liegt auf dem Brette B und ist mit einem isolirten Metallstreifen E mit dem negativen oder Zinkpol der Batterie z in Verbindung gebracht, wodurch die galvanische Strömung hergestellt ist.

Doch werden zusammengesetzte Apparate nur angewendet, wenn große Gegenstände galvanisirt werden, da eine stärkere Strömung, wie wir wissen, auch schon durch gleichmäßige und andauernde erhöhte Temperatur von 40 bis 70 Grad herbeigeführt wird.

Professor Böttger erfand einen ganz einfachen Becherapparat, der nur aus einem Gefäße ohne Thonzelle besteht und somit nur eine Flüssigkeit enthält. Er nahm einen Hohlcylinder aus Gascoakskohle, der von außen mit gutem Lack gefirnißt und am äußeren oberen Ende mit einem Kupferringe umgeben ist, an welchem der Leitungsdraht für die Anode befestigt wird. Dieser Kohlencylinder wird mittelst einer Korkscheibe geschlossen, in welcher in der Mitte ein massiver Zinkkloben so befestigt ist, daß er bis nahe an den Boden des Kohlencylinders gelangt; in den oberen Theil des Zinkcylinders, der somit oberhalb der Korkscheibe sich befindet, ist ein Kupferblech eingegossen, das wieder mittelst eines Leitungsdrahtes mit der Kathode verbunden ist. Den hohlen Raum des Kohlencylinders füllte er mit schwefelsaurem Eisenoxyd oder schwefelsaurem Quecksilberoxydul und gleich viel Wasser an. Beide Flüssigkeiten blieben sehr lange wirksam, und verwandelt sich das schwefelsaure Eisenoxyd in schwefelsaures Eisenoxydul, so darf man nur etwas Schwefelsäure nachgießen, um die alte Verbindung wieder herzustellen.

Dritter Theil.

Die Praxis der Galvanoplastik.

Capitel I.

Vorbereitungen zur Galvanoplastik.

Die Vorbereitungen zur Galvanoplastik bestehen theils in der Anfertigung der Matrizen, theils in der Decapirung oder Reinigung und Herrichtung der zu galvanisirenden Objecte, in der Herstellung und Construirung des Apparates und hauptsächlich in der Anfertigung der erforderlichen Bäder.

Wie aus dieser Aufzählung hervorgeht, sind die Operationen nach der Art und Weise der beabsichtigten Resultate geschieden, denn es leuchtet ein, daß die Anfertigung der Matrizen auf einer späteren Reproduction gegebener Originale hinausgeht und dabei nichts zu decapiren ist, während von dem Decapiren nur dann die Rede sein kann, wenn irgend ein unedles Metall von schlechterem Ansehen zu besseren Zwecken oder nur aus luxuriösen Absichten mit edleren und schöner aussehenden Metallen bedeckt werden soll.

Ich ziehe daher vor, die mehr verbreitete letztere Art der galvanoplastischen Praxis, das Ueberziehen eines Metallgegenstandes mit anderen Metallen, „Galvanometallurgie, Galvanostegie" genannt, zuerst zu besprechen, und bemerke zugleich, daß alle hierbei zu ertheilenden Lehren und aufzu-

stellenden Grundsätze auch für die ganze übrige Praxis zu Kraft bestehen.

Wie wir gleich sehen werden, kann das unmeßbar dünne Häutchen edleren Metalles oder des Verschönerungsmittels (Metall) in keine innige mechanische oder chemische Verbindung mit dem zu galvanisirenden Metallkörper treten, vielmehr handelt es sich nur um eine möglichst innige Adhäsion oder ganz genaue, allseitig perfecte Anschließung, welche selbstredend nur möglich ist, wenn der chemisch reine Körper, im vorliegenden Falle das reducirte Metall, auf eine chemisch reine Unterlage trifft. Wie diese herstellbar, wollen wir uns nun klar machen.

§. 1. Decapiren der verschiedenen Metalle und Metalllegirungen.

Die Decapirung der Objecte in der Galvanoplastik kann theils auf „mechanische Weise“ durch Abreiben und Bürsten, theils auf „chemischem Wege“ durch Beizen geschehen.

An kleineren Objecten findet die mechanische Decapirung durch Abreiben und Bürsten mit einer kurzborstigen, harten Bürste mittelst Wasser, feinem Sand, Bimsstein oder Weinstein statt, bei größeren, gegossenen, rauhen oder mit einer Oberschichte überzogenen, oder bei gelötheten Objecten benützt man die Kratzbürste, das ist eine Bürste mit kurzen, geraden, steifen Messingdrahtspitzen, mittest welcher unter Anwendung einer Abkochung von Seifenwurzel in Regenwasser die Metalle gereinigt werden.

Die Decapirung auf chemische Weise durch Beizen richtet sich nach der Natur des Metalles, aus welchem das Object gebildet ist. Wir wollen dies Verfahren und die einzelnen Metalle der Reihe nach besprechen.

Julius Krüger äußert sich in den Neuesten Erfindungen und Erfahrungen, Heft 1 u. f. von 1882, hierüber folgendermaßen: Das Erste und Wichtigste, was jeder Galvanoplastiker zu thun hat, ist, stets dafür zu sorgen, daß die zu bearbeitenden Flächen den höchsten Grad der Reinheit besitzen. Es ist einleuchtend, daß das unmeßbar feine Häutchen Metall, welches als Ueberzug für die minder werthvollen Metalle bestimmt und nur darüber gespannt ist, d. h. in keiner Weise mit der Grundlage fest verbunden wird, nur dann fest anliegen kann, ja überhaupt nur dort sich anzulegen vermag, wo das ursprüngliche Metall absolut frei von allen störenden fremden Stoffen ist. Man hat dies thatsächlich auch allgemein anerkannt und zu diesem Zwecke für die verschiedenen Metalle und deren Legirungen entsprechende Mittel und Verfahren in Anwendung gebracht, welche in mehr oder minder hohem Grade ihrem Zwecke entsprechen. Nehmen wir indeß die Gesammtsumme aller dieser Operationen zusammen, so zeigt es sich, daß man entweder Säuren oder Alkalien anwendet, um die von den vorhergegangenen Bearbeitungen der Metallwaaren herrührenden Fettstellen, Oxydschichte, auch Schmutz aller Art zu entfernen, denn das ist nebenbei stets zu beachten, daß alle chemischen Mittel den Gegenstand selbst, d. h. das Metall so wenig als möglich angreifen dürfen.

Die Alkalien braucht man in concentrirter Lösung und arbeitet damit sowohl im Kochen, wie auch kalt unter Anwendung entsprechender Bürsten. Entweder vorher oder nachher pflegt man auch für gewisse Metalle, z. B. Silber, Nickel ꝛc. das „Benzin“, ein vorzügliches Lösungsmittel aller Fettstoffe, zu verwenden, was Alles darauf hinaus geht, die fertigen Gegenstände so viel als thunlich zu schonen.

Die Säuren erfordern viel mehr Vorsicht, bei weitem mehr Erfahrung und Uebung im Gebrauche, wenn jeder Nachtheil vermieden werden soll, der zuletzt durch ein „Zerfressen“ eintreten kann. Man wendet zu diesem Zwecke die Säuren nur in reinem, unverdünntem Zustande an, und wiewohl eine große Zahl von Vorschriften zu den sogenannten „Brennen“, wie diese Säuregemische genannt werden, existiren, so macht nicht sowohl das qualitative und quantitative Verhältniß der einzelnen Säuren die Güte allein, als vielmehr die praktische Erfahrung und das verständige Arbeiten des Arbeiters. Ich habe in dieser Beziehung höchst interessante Beobachtungen machen können und dabei die Ueberzeugung gewonnen, daß, wenn die angewendeten Säuren die gehörige Stärke und Concentration besitzen, welche durch die Säurewage (Aräometer für schwerere Flüssigkeiten als Wasser) erkannt wird, wenn ferner die Säuren nicht unmäßig verfälscht oder verunreinigt sind, also beispielsweise, wie es mir in der Praxis vorgekommen, die Schwefelsäure durch einen großen Zusatz von Glaubersalz (schwefelsaures Natron) auf das entsprechende specifische Gewicht gebracht worden, oder die Salpetersäure mit nahezu einem Dritttheil ihres Gewichtes mit Salzsäure vermengt ist, was doch nur in betrügerischer Absicht geschehen sein kann u. s. w., und wenn schließlich die angegebenen Mengenverhältnisse inne gehalten worden, so lassen sich mit allen verschiedenen Compositionen dieser Art gute Resultate erzielen. Wie oft ist es mir vorgekommen daß ein Geschäftsmann den Wunsch geäußert: „er möge die Vorschrift zu dieser oder jener Brenne haben“, und wenn er sie dann hatte und damit arbeitete, erklärte, „er könne nicht begreifen, wie jemand damit etwas liefern könne“, und daraufhin ward denn die eigene bekannte „Brenne“ wieder in Ehren aufgenommen und damit flott weggearbeitet. Eigen-

thümlich ist ja auch die Thatsache, daß nahezu jeder „Brenner“, d. i. der Arbeiter, dem das „Abbrennen“ speciell obbliegt, seine eigene Mischung hat, an der er festhält und auch durchaus befriedigende Erfolge erzielt.

Betrachten wir uns nun diese Wahrnehmung genauer, so finden wir eine Erklärung dafür in dem Umstande, daß fast in jeder Werkstätte für metallindustrielle Zwecke besondere oder doch andere Legirungen verarbeitet werden wie in andern, und ferner, daß es sehr darauf ankommt, ob Gußstücke oder aus gewalzten Blechen gearbeitete Gegenstände abzubrennen sind. Wenngleich auch die „Brennen“ für jede Legirung besonders hergestellt werden, so daß man vorweg sich darnach richtet, ob reiner Messingguß oder Bronze, Neusilber u. s. w., und welche Arten von dieser großen Klasse von Metallen zu behandeln sind, so reicht doch diese unbestimmte Unterscheidung bei weitem nicht aus, um ohne weiteres die erste beste Säuremischung für eines dieser Metalle verwenden zu dürfen, denn dies ist unter allen Umständen zu berücksichtigen, eine „Brenne“ soll wohl die Unreinigkeiten, Schmutz, Staub, Fett und Oxydstellen entfernen, das Metall selbst aber gar nicht, wenigstens nicht erheblich angreifen, wo also folgt, daß man für jedes derselben nur solche Säuregemische anwenden darf, welche in reinem, unverdünntem Zustande sie nicht auflösen. Unverdünnt, d. h. ohne Zusatz von Wasser muß man arbeiten, weil viele Säuren die Metalle nicht direct auflösen, vielmehr zunächst eine Zersetzung des Wassers in seine Atome — Wasserstoff und Sauerstoff — eintreten, sich ein Metalloxyd bilden muß, welches als solches erst im Stande ist, sich mit der freien Säure zu einer chemischen Verbindung, einem Salze, zu vereinigen.

Ausnahmen hiervon, d. h. Fälle, in denen selbst mit äußerst verdünnter Säure gearbeitet wird, rechne ich nicht hierher, da ein solches „Abschrecken" in saurem Wasser ein Abbrennen nicht genannt werden kann.

Wie den einzelnen Metallen und ihren chemischem Verhalten gemäß nun zu verfahren ist, wollen wir uns genauer betrachten.

Man thut gut, diese Operation des „Abbrennens", welche zum Zwecke hat, eine chemisch reine Oberfläche auf den Metallen herzustellen, derart zu trennen, wie vorstehend angegeben, wenngleich zu bemerken ist, daß sich dafür auch andere mehr zutreffende Bezeichnungen finden ließen. Nachdem der allgemeine Zweck der nächsten und absolut nothwendigen Arbeit vorgezeichnet ist, haben wir darnach zu fragen, wie erreichen wir ihn im Allgemeinen und wie im Speciellen; denn von dem im gewöhnlichen Leben üblichen Putzen und Scheuern dürfen wir uns hierbei wenig versprechen.

Am geeignetsten erscheint es nun, daß wir den chemischen Charakter der einzelnen Metalle und ihrer Legirungen Rechnung tragen und ermitteln, wie dieselben den verschiedenen chemischen Agentien gegenüber sich verhalten, da diese Manipulation nur dann von Erfolg sein kann, wenn sie schnell ausführbar, möglichst billig und ganz sicher ist. In Anbetracht dieser Rücksichten werden wir die Besprechung der anzuwendenden Mittel und Mischungen so ordnen, wie es die einzelnen Metalle mit ihren Legirungen erfordern.

Nun ist zu beachten, daß das Abbrennen oder Decapiren einer Metalloberfläche nur so geschehen darf, daß der Gegenstand selbst und mit ihm die feinsten Einzelheiten seiner Verzierung nicht den geringsten Schaden nehmen, es müssen also alle Mittel zu beschaffen sein, daß sie nur oder

doch nach Möglichkeit allein die fremden Verunreinigungen angreifen, während das reine Metall unverletzt bleibt. Es geschieht dies in einfachster Weise dadurch, daß man die erforderlichen Säuren in concentrirtem, also wasserfreiem Zustande benutzt; denn bekanntlich gehören stets gewisse Mengen Wasser dazu, um ein Metall aufzulösen.

Dies ist stets und unter allen Umständen zuerst zu berücksichtigen. Wenn wir daher, wie es im Späteren geschehen wird, die verschiedenen Vorschriften einer näheren Betrachtung unterziehen, werden wir auch erkennen, daß alle hierhergehörigen Compositionen ohne Wasserzusatz angesetzt werden, und ferner, daß sämmtliche sogenannte „Brennen“, d. h. Säuregemische, sobald sie durch den Gebrauch oder durch das Alter wasserhaltig geworden sind, an ihrer Güte verloren haben. Es ist daher am gerathensten, größere Mengen nicht vorräthig zu halten, wogegen der Umstand aber in die Wage fällt, daß in allen großen Fabriken, in denen zu decapiren (abbrennen) ist, nicht Tag für Tag eine neue Brenne gemacht werden kann, weil wenigstens doch einige Stunden nach der Mischung vergangen sein müssen, bevor bie beste Wirkung eintritt.

Betreffs der Wahl der einzelnen Säuren und des Mischungsverhältnisses kann nur der Charakter und das chemische Verhalten der einzelnen Metalle und ihrer Legirungen bestimmend sein, wie wir dies sogleich erkennen werden. Die verbreitetsten und häufigsten Metallcompositionen sind die des Kupfers, wir betrachten sie daher zunächst.

Das reine Kupfer löst sich leicht in den meisten Säuren und bildet damit lösliche Salze, weshalb alle seine Legirungen diesen Charakter mehr oder minder behalten. Es kommt indeß ganz darauf an, welche Verbindungen die hinzu getretenen Metalle mit den Bestandtheilen der „Brenne“,

wie sich die Praktiker ausdrücken, eingehen, und wie sich diese letzteren verhalten. So ist z. B. das Zinn in Salpetersäure zwar zusetzbar, d. h. es bildet sich Zinnoxyd, allein dies ist ein unlösliches weißes Pulver. Aehnlich verhält sich das Blei der Schwefelsäure gegenüber, indem es damit schwefelsaures Bleioxyd, ein unlösliches Salz, bildet, ohne indeß direct von der reinen Säure angegriffen zu werden. Am wenigsten störend ist das Zink in den Kupferlegirungen, weil es ebenfalls mit der Schwefel-, Salz- oder Salpetersäure, in denen es leicht sich auflöst, lösliche Salze bildet. Hieraus erkennen wir also, daß eine und dieselbe „Brenne" nicht in gleicher Weise auf alle Kupferlegirungen wirken kann.

Wir finden außer gold- und silberhaltigen Kupferlegirungen, welche nicht hierher zu zählen sind, am häufigsten das Messing (Kupfer und Zink) in verschiedenen Verhältnissen, weshalb es auch unter verschiedenen Bezeichnungen bekannt ist. Für unsere Zwecke ist es nun durchaus nicht gleichgiltig, in welchem Percentsatz sich das Zink zum Kupfer befindet, und daher sind einige allgemeine Erkennungszeichen hier wohl am Platz. Enthält ein Messing bis zu 7 Percent Zink, so erscheint es noch nahezu kupferroth, mit schwachem Stich in's Gelbliche. Bis zu 14 Percent Zinkgehalt ist die Legirung schon rothgelb; bis zu 17 Theilen Zink auf 83 Theile Kupfer erhält dieses Metall ein reines Goldgelb und bleibt gelb bis zu einem Zinkgehalt von 30 Percent. Hierüber hinaus den Zusatz von Zink gesteigert, erhält man einen rothen Farbenton, welcher am deutlichsten bei gleichen Theilen beider Metalle hervortritt. Diese Legirung ist aber sehr spröde. Bei 63 Percent Zinkgehalt wird die Mischung schon röthlich-weiß und bei 56 gelblich und bei 64 Percent bläulich-weiß, bis bei noch höherem Percentgehalt eine unangenehme Bleifarbe hervortritt. Eben so verschieden wie die

Farbe sind auch Dehnbarkeit und Härte dieser Composition, und sind diejenigen mit 36—40 Percentgehalt an Zink die besten. Alle aber besitzen ein mehr oder weniger deutliches krystallinisches Gefüge.

Neben diesem gegenseitigen Verhältnisse von Zink und Kupfer kommen nicht selten in dem Messing geringe Mengen fremder Metalle vor, welche die guten Eigenschaften desselben in hohem Grade beeinträchtigen. Es ist aus diesem Grunde nicht rathsam, alte kupferne oder Messingtheile zusammenzuschmelzen, wenn man bestimmte gute Qualitäten erzielen will, und während Zinn in geringer Menge das Messing leicht flüssiger, dichter und von schönerem Glanze erzeugt, macht es das Eisen härter, zäher und leichter oxydirbar.

Im Handel unterscheidet man folgende Sorten des Messings:

1. Tafelmessing, auch Draht- und Blechmessing genannt, welches vor allen Dingen ein ganz reines Kupfer erfordert. Es besteht aus etwa 64 bis 70 Theilen Kupfer und 36 bis 30 Theilen Zink und enthält in seltenen Fällen 1 bis 2 Percent Blei und eben so viel Zinn.

2. Gußmessing von ähnlicher Zusammensetzung, nebst Spuren von Eisen. Es ist den verschiedenen sehr vielseitigen Zwecken nach von abweichender Qualität und, da oftmals altes Metall zum Einschmelzen benutzt wird, mannigfach verunreinigt.

3. Ordinäres Gußmessing, zu welchem, da es nur zu gewöhnlicher Gelbgießerwaare benutzt wird, alle alten Messinggeräthe, Abfälle, Drehspäne u. s. w. eingeschmolzen werden.

4. Feines Gußmessing, meist aus 20—50 Theilen Zink und 100 Theilen Kupfer bestehend, dient zum Gusse feiner Artikel. Es zeichnet sich durch eine schöne Goldfarbe aus und muß sich gut drehen und ciseliren lassen. Hieher

gehören: das Mosaikgold, Chrysorin, Musivgold, Hamilton's Metall, das französische Gußmessing, Bristol-Messing (Prince-Metall), Muntz-Metall, Yellow-Metall, Neumessing, das schmiedbare Messing, Aichmetall, Sterro-Metall u. a. m.

Unter dem Namen Rothguß oder Rothmessing kommt eine Legirung im Handel vor, welche sich durch eine schöne Goldfarbe auszeichnet und nur zu feineren Gegenständen Anwendung findet. Sie enthält den erstgenannten Arten gegenüber mehr Kupfer, bis zu 80 Percent, wobei man absichtlich etwas Blei und Zinn zugiebt, um die Zähigkeit der Legirung zu erhöhen. Tombak, Talmigold und andere Metalle gehören hieher und sind das Mannheimer Gold, Similor, das Goldkupfer (Chrysochola), Pinkblech, die Oreide, Tissier's Metall, Tournay's Metall u. a. m. ebenfalls hierzu zu zählende Compositionen.

Da viele von den aus vorgenannten Legirungen hergestellte Schmuck-, Luxus- und Kunstgegenstände theilweise oder ganz vergoldet werden, so kommt der schöne Goldton, den das Rohmaterial besitzt, dieser Operation sehr zu statten.

Weißmessing bietet gleichsam das Gegentheil von dem Rothguß dar, sofern der Zinkgehalt darin vorherrscht, weshalb auch die Farbe nahezu silberweiß oder ganz hellgelb ist.

Es ist sehr wenig dehnbar und eignet sich mehr zum Gusse kleiner Gegenstände, die mehr zu Zierrathen dienen sollen, wie zu praktischen Gebrauchsstücken. Es kommt unter den Namen Birmingham, Platina, Bathmetall, Sorel's Legirung u. a. m. vor und enthält auf 50 Theile Kupfer 50 Theile Zink und wie die Sorel'sche Legirung auf 1 Theil Kupfer 98 Theile Zink, 1 Theil Eisen.

Eine Legirung von 77 bis 85 Theilen Kupfer und 23 bis 15 Theilen Zink geht als unechtes Gold und wird zu feinen Blättchen ausgeschlagen.

Am wichtigsten und hieher gehörig sind noch die sogenannten „Bronzen", welche zum Unterschied von Messing nicht Zink, sondern Zinn enthalten. Dies letztere, obgleich an sich sehr weich, ertheilt dem Kupfer eine bedeutende Härte, sehr schönen Glanz und die Fähigkeit, sich sehr gut bearbeiten zu lassen. Es giebt Güsse von vorzüglicher Schärfe. Indeß findet man die Bronzen nie rein, sie enthalten vielmehr oft Eisen, Mangan, Nickel, Blei und Zink welche nebst Spuren von Arsen, Schwefel und Phosphor, alle einen wesentlichen Einfluß auf die Eigenschaften der Legirung äußern. Je nach ihrer Zusammensetzung unterscheidet man: Geschützbronze oder Kanonengut, Stahlbronze, Glockenmetall, Metall d'Alger, Medaillen- oder Münzenbronze, Vergoldbronze, walzbare und (Alger-) Maschinenbronze, Lagermetall, Spiegelmetall, Phosphorbronze, Statuenbronze u. a. Die Kupfer-, Zink-, Nickel-Legirungen Argentan und Neusilber ziehe ich hier nicht in Betracht.

Es soll uns nun aus all' dem Gesagten klar werden, daß jeder Versuch, das Decapiren einer Kupferlegirung in irgend einer beliebigen Brenne vornehmen zu wollen, geradezu Thorheit zu nennen ist. Um ein Beispiel anzuführen, erinnere ich an die Behandlung des Messingblechs zur Erzielung einer reinen glänzenden Oberfläche. Diese Tafeln, gewöhnlich von schwarzbrauner Farbe, wie sie in den Fabriken erscheinen, sind mit einer Schicht Schwefelkupfer überzogen, welche sie unansehnlich machen, und müssen daher so gereinigt werden, daß sie in schöner goldgelber Farbe erglänzen. Man erreicht dies durch das Gelb- oder Abbrennen, indem die Bleche zuerst in eine schwache Säure, welche aus 1 Gewichtstheil Schwefelsäure und 10 Theilen Wasser besteht, gelegt, dann gut gewässert und schnell getrocknet werden. Hiernach erscheinen sie in ihrer Naturfarbe,

und nennt man diese Operation das „Vorbrennen" oder „Vorbeizen". Zur Herstellung eines brillanten Glanzes kommen die Bleche dann in die eigentliche „Glanzbrenne", welche nach einigen aus reiner roher „Salpetersäure" oder aus einem Gemische von 2 Theilen Salpeter- und 1 Theile Schwefelsäure besteht. Man erklärt die schnelle und günstige Wirkung diese Glanzbrenne aus der Auflösung des Zinkes, während das Kupfer weniger angegriffen wird, woher denn der Ton der Metallfläche ein mehr rother, wärmerer wird. Schnelles, gründliches Auswaschen und Abtrocknen der abgebrannten Stücke ist nun Hauptsache, da im anderen Falle dieselben rasch oxydiren und grüne Flecke bekommen. Die Zugabe von organischen Stoffen, als Kienruß, Glanzruß, Schnupftabak &c., zu dem Säuregemisch findet noch immer ergebene Anhänger, obwohl ich theoretisch und praktisch dargethan, daß alle diese Zusätze theils ganz überflüssig, theils aber am vortheilhaftesten durch reine buchene Sägespäne ersetzt werden; denn es leuchtet ein, daß man dadurch nur erreicht, daß sich in der „Brenne" etwas salpetrige Säure bildet, welche schneller wirkt und einen wärmeren Goldton erzeugt. Hauptsache des guten Gelingens ist schnelles Hantiren und ausreichendes Abwaschen in vielmal gewechseltem oder noch besser zufließendem Wasser.

Hierin haben wir die Grundzüge des ganzen Decapirens, nun fragt es sich, wie wir den verschiedenen Legirungen gegenüber zu operiren haben, um ein stets gleich günstiges Resultat zu erlangen, und danach gestaltet sich die Operation folgendermaßen:

1. Hat man Gußstücke oder andere bereits bearbeitete Gegenstände vor sich, so entfernt man Fett und andere Unreinigkeiten durch angemessenes Ausglühen und bringt sie dann:

2. in die sogenannte „Vorbrenne", welche eine schwache Schwefelsäure, wie bereits angegeben, oder auch alte schwache „unbrauchbare Glanzbrenne" sein kann. Hierin verbleiben die Sachen so lang, bis die schwarze oder dunkelgraue Farbe verschwunden und die Oberfläche gleichmäßig braungelb erscheint. Es ist dann alles Schwefelkupfer und Kupferoxyd entfernt und ein reines Kupferoxydul gebildet. Nach schneller und genügender Waschung oder, wie es vielfach geschieht, sofort aus der Vorbrenne, kommen die Gegenstände in die eigentliche „Glanzbrenne", auf deren Güte es ankommt, wie das Resultat ausfällt.

Außer dem obigen Gemische existiren zahlreiche, hierher gehörige Vorschriften, welche wir nun der Reihe nach betrachten wollen.

1. Die Vorbrenne.

a) Die reine, verdünnte, rohe Schwefelsäure wird nur dann einen guten Erfolg haben, wenn man Kupferlegirungen von minderem Kupfergehalte hat. Diese Säure greift das Zink energisch genug an, es löst sich das Kupferoxyd und Schwefelkupfer darin entweder mit auf oder wird mechanisch abgestoßen. Je nach der Natur der Gegenstände läßt man dieselben 2, 5 bis 10 Minuten darin.

Hat man bessere, kupferreiche Legirungen zu behandeln, so genügt die Schwefelsäure nicht, ich rathe alsdann auch nicht dazu, alte, gebrauchte und daher schwache Glanzbrennen zu nehmen, weil gerade die Salpetersäure darin am frühesten erschöpft und die Schwefelsäure vorherrschend ist; man hat eben nicht viel Besseres, wie eine unreine Schwefelsäure, deren Wirkung schlecht zu controliren ist.

b) Die gewöhnliche Salpetersäure, Scheidewasser genannt, von 36° B. wirkt wohl am sichersten, doch darf

man die Gegenstände nicht, wie bei der Schwefelsäure, längere Zeit darin liegen lassen, sondern muß, sie an Drähten oder Kupferstreifen befestigt, fleißig und schnell hin- und herbewegen. Unter keiner Bedingung darf man aber in irgend eine „Brenne" eiserne Gegenstände hineinbringen und muß mithin auch Eisendraht und dergleichen mehr streng vermeiden.

c) Dieser Säure wird von vielen Praktikern die alte gebrauchte und schwache Glanzbrenne vorgezogen und bewährt sich in dem Falle, daß sie nicht sehr wasserhaltig ist, was sie ja bekanntlich schon durch längeres Stehen an der Luft in unbedeckten Gefäßen wird, in vielen Fällen recht gut, doch gilt das bereits im Eingange Gesagte, d. h. sie darf nicht so erschöpft sein, daß man es eigentlich nur mit einer unreinen Schwefelsäure zu thun hat. Die in derselben gelösten Metalle, wie namentlich Kupfer, haben auf ihre Wirkung keinen so nachtheiligen Einfluß, wie man oftmals angenommen hat, nur ist es nothwendig, die darin behandelten Sachen emsig zu bewegen und aufmerksam zu beobachten.

d) Eine besondere Mischung zur Vorbrenne besteht aus: 3 Theilen Salzsäure und 1 Theil Salpetersäure, also dem sogenannten „Königswasser". Obwohl ich diese Vorbrenne mehrfach angetroffen habe, so kann ich doch nicht umhin, davor zu warnen. Die äußerst rapide Wirkung derselben macht das Arbeiten damit sehr bedenklich, und deshalb soll sie auch nur bei groben und großen Gußstücken Anwendung finden.

Wenn im Allgemeinen die Frage aufgeworfen wird: „ob denn eine Vorbrenne überhaupt nützlich und nothwendig sei?" so läßt sich dieselbe sowohl bejahen wie verneinen. In jedem Falle schont eine gute Vorbrenne die eigentliche „Glanzbrenne", und dies ist wesentlich; dann aber hat sie einen

erheblichen Einfluß auf die Farbe der abgebrannten Gegenstände, so daß selbst minder gute Compositionen einen angenehmen warmen Ton erhalten und für spätere Bearbeitungen, sei es einfache Lackirung oder das galvanische Ueberziehen mit edlerem Metalle, höchst geeignet macht. Es ist überdies bei gut eingerichteten „Brennküchen" die ganze Operation eine so rasche, daß sie nicht in's Gewicht fällt, wenn es sich um Berechnung der Arbeitszeit handelt.

Feinere Bijouterien, sehr kupferreiche Legirungen und alle Bronzegegenstände werden einer Vorbrenne nicht bedürfen, wenn sie sauber behandelt sind, und dennoch schadet all' diesen Sachen, bei vorsichtiger rascher Behandlung, dieselbe ebenfalls nicht, weshalb sie in vielen großen Geschäften ein für alle Male ausgeführt wird.

Für diese Vorbrenne, wie für alle übrigen, ist es ferner von Wichtigkeit, daß man stets viel Flüssigkeit hat, damit die Gegenstände rasch und vollkommen darin eingetaucht und tüchtig geschwenkt werden können, denn umgekehrt und sobald die Metallstücke an freier Luft liegen, werden sie furchtbar zerfressen und somit total verdorben.

Nehmen wir ferner darauf Rücksicht, daß Zink mit großer Leichtigkeit in chlorhaltigen Säuren sich auflöst, so kann es vorkommen, daß sehr zinkhaltige Legirungen arg zerfressen werden, weshalb es sich auf's Neue bestätigt, daß die Kenntniß der Legirung, welche abgebrannt werden soll, jedem Praktiker bekannt sein müsse, weil er darnach seine Brenne zu mischen hat.

Als gut empfohlene Glanzbrenne gilt eine Mischung aus

Salpetersäure von 36 Grad . .	100	Maßtheile
Schwefelsäure „ 66 „ . .	100	„
Kochsalz etwa	1	„

der man auf je 10 Liter zwei Eßlöffel Glanzruß zusetzt.

Für bessere, feinere, also kupferreichere Legirungen, Bronze, Talmigold u. s. w. nehme man:

Salpetersäure von 36 Grad . .	2000	Gramm,
Schwefelsäure „ 66 „ . .	1500	„
Salzsäure	80	„
Salmiak	90	„
Kienruß	100	„

lasse die Mischung sich ordentlich abkühlen und gebrauche sie so, daß nur wenig Metall auf viel Brenne kommt, also stets ein großes Bad vorräthig sei.

10 Liter Salpetersäure,
10 „ Schwefelsäure,
$^{1}/_{10}$ „ Kochsalz

ohne weiteren Zusatz arbeitet ebenfalls vorzüglich und kann, sobald das Kochsalz zertheilt und gelöst ist, benutzt werden. Man gebe erst die Salpetersäure in das Mischungsgefäß, dann die Schwefelsäure und zuletzt das fein zerriebene Kochsalz.

Die erste Wirkung der Schwefelsäure in diesen Gemengen ist die, daß sie der Salpetersäure das Wasser entzieht, und sie dadurch stärker macht *), dann aber während des Einwirkens auf das Metall erzeugt die Letztere viel salpetrige Säure, oxydirt dasselbe und macht es der Reaction der Schwefelsäure zugänglich. Indeß darf die ganze Procedur nur Secunden lang währen, denn im anderen Falle entsteht statt der brillanten, glanzvollen Oberfläche ein unangenehmes Matt, welches vollkommen verfehlt ist. Die Vorschrift von Kaselovsky:

Salpetersäure von 36 Grad . . .	1	Kilo,
Schwefelsäure „ 66 „ . .	400	Gramm,
Salzsäure	50	„
Alaun	70	„
Salmiak	40	„
Kienruß	50	„

*) Aus dem Kochsalz macht sie das Chlor frei unter Bildung von schwefelsaurem Natron.

habe ich wohl versucht, indeß keine Vorzüge derselben erkennen können, vielmehr erzeugt der ungelöst bleibende Alaun unangenehme pockenartige Stellen, welche ein erneutes Brennen in einer anderen Mischung erfordern. Kienruß empfehle ich überhaupt Niemand; denn zu Anfang, so lange er obenauf schwimmt, verschmiert er seine Sachen, und wenn er zu Boden sich gesetzt, muß man sich hüten, darin zu rühren, weil sonst die alte Schmutzerei hervortritt. Will man durchaus salpetrige Säure in der Brenne haben, so setze man Sägespäne hinzu, welche eben so sicher wirken und reinlicher in der Arbeit sind.

Die Mischungen, welche als „Brenne" im Gebrauche sind, alle anführen oder aufzählen zu wollen, wäre eine sehr große und doch nutzlose Arbeit; ich will überhaupt keine bestimmte Composition als ganz besonders ausgezeichnet empfehlen, da mir die Fälle in der Praxis zu häufig vorgekommen, daß mit anscheinend schlechten Brennen von geübten Arbeitern vorzügliche Resultate erzielt wurden, während bei dem Mangel an technischer Fertigkeit und gehöriger Erfahrung selbst die besten Mischungen verfehlte Resultate äußern. Es läßt sich daher nur der Rath geben, daß jeder Arbeiter und Fabrikant, gewohnt, großentheils mit ein- und derselben Legirung zu arbeiten, sich diejenige Vorschrift heraussuche, welche seinen Erwartungen am meisten entspricht; denn innerhalb der oben aufgeführten Säuren bewegen sich alle hierher gehörigen Recepte. Es kann auch, dem Vorstehenden zufolge, Niemand schwer werden, das Richtige zu treffen, denn haben die gewählten Säuren die vorgeschriebene Stärke, so kann bei einem Fehlschlagen der Arbeit nur das Verhältniß derselben zu einander oder aber eine ungewöhnlich hohe Temperatur die Schuld tragen, daß der Proceß nicht richtig vor sich geht und das Resultat ein schlechtes ist.

Unschwer ließe sich die Zahl der Recepte, welche zu „Brennen“ im Laufe der Jahre bekannt geworden sind, hundertfach vergrößern und bin ich auch gerne bereit, privatim weitergehende Mittheilungen ohne Entschädigung zu machen, doch glaube ich, hier an dieser Stelle Bekanntes nicht wiederholen zu dürfen.

Während bisher nur von der „Glanzbrenne“ als in dem galvanischen Verfahren am häufigsten verwendet, gesprochen wurde, will ich der Vollständigkeit wegen es nicht unterlassen, auch die sogenannte „Mattbrenne“ zu erwähnen. Es kommt nämlich vor, daß Metallflächen nicht hoch glänzend, sondern „matt“ geätzt werden sollen, wozu eine „Mattbrenne“ dient. Ich erinnere beispielsweise an die Adler an den Helmen der deutschen Truppen.

Im Allgemeinen wirkt jede „Glanzbrenne“ ähnlich einer „Mattbrenne“, wenn sie längere Zeit und bei höherer Temperatur wirkt, jedoch soll nach dem übereinstimmenden Urtheile vieler, vielleicht aller praktischen Arbeiter ein Zusatz von Zinkvitriol von sehr gutem, ja entscheidendem Erfolg sein. Eine hieher gehörige Vorschrift ist demnach die folgende:

20 Liter Salpetersäure von 36^0 B.,
10 „ Schwefelsäure von 66^0 B.,
0·1 = $^1/_{10}$ Liter Kochsalz,
0·1 = 0·5 „ Zinkvitriol,

welche kalt anzuwenden ist.

Ferner: 4 Liter gebrauchte Glanzbrenne,
1 „ Schwefelsäure,
0·1 „ Zinkvitriol,

welche heiß verwendet wird.

Löse: a) 4 Loth = 50 Gramm Zinn in
125 „ Salpetersäure,
b) 50 Gramm Zink in
125 „ Schwefelsäure,

dann auf 1 Kilo beider Lösungen zu gleichen Theilen genommen,

1 Kilo Säure, bestehend aus gleichen Theilen
Salpetersäure 36° B.,
Schwefelsäure 60° B.,

Schwefelsäure	1 Kilo.
Salpetersäure	1 "
Salmiak	30 Gramm.
Schwefel	15 "
Ruß	30 "
Zink, welches für sich in Salpetersäure gelöst wird	22·5 "

Schwefelsäure, Salpetersäure — zu gleichen Theilen Zinkvitriol — so viel sich lösen will.

Natürlich richtet sich der Erfolg dieser Mattbrenne ganz darnach, wie lange die Sachen darin verweilen, und bei welcher Temperatur sie damit behandelt werden.

Gründliche Erfahrung und praktische Kenntnisse sind aber auch hierbei entscheidend.

1. Kupfer, Messing, Bronze, Neusilber und andere Legirungen von Kupfer müssen zuerst von ihrer Oxydschicht durch Ausglühen über gelindem Kohlenfeuer befreit, dann durch Kochen in einer Potasche-Lösung entfettet werden, man bringt sie nun in ein Gemisch von 3 Theilen Schwefelsäure und 22 Theilen Wasser so lange, bis der durch das Glühen entstandene Ueberzug von Kupferoxyd, der in schwarzer Farbe erscheint, gelöst ist und die Oberfläche gelblich wird, dann wäscht man sie tüchtig mit Wasser ab und bringt sie kurze Zeit in ein Gemisch von: 100 Theilen Salpetersäure von 36 Grad Baumé, 1 Theil Kochsalz und 1 Theil geglühten Kienruß, und wäscht sie dann wieder in Wasser. Die Folge ist, daß die Oberfläche hierdurch schwarz wird. Man nennt diesen

Vorgang „durch Scheidewasser passiren lassen". Sodann taucht man den metallenen Gegenstand 1—2 Secunden unter starker Bewegung in ein Gemisch von 100 Theilen Salpetersäure von 36 Grad, 100 Theilen Vitriolöl von 36 Grad und 1 Theil Kochsalz, nachdem man diese Mischung wenigstens 12 Stunden früher vorbereitet hat, wäscht ihn dann wieder in vielem Wasser, das oft gewechselt werden muß; man nennt dies das Brillantiren, da hierdurch der Gegenstand wieder hell und glänzend wird; endlich um den galvanischen Niederschlag haltbarer zu machen, taucht man ihn 1 bis 2 Secunden in eine Mischung von 2 Theilen salpetersaurem Quecksilberoxyd, 5 Theilen Salpeter- oder Schwefelsäure und 5 Theilen Wasser und wäscht ihn ab.

Als Vorsichtsmaßregel sei erwähnt, daß bei Objecten oder Gegenständen, die hart bleiben sollen, das Ausglühen wegfallen muß; ebenso hüte man sich, die zu beizenden Gegenstände mit den Händen anzufassen, sondern befestige sie an einem Draht. Eine weitere Nothwendigkeit ist, alle diese Vorbereitungen so rasch als möglich zu vollziehen und die Objecte nach jeder Beize gut zu waschen.

2. Objecte aus Zink, die zumeist wohl nur mechanisch decapirt werden, indem man sie mittelst der Kratzbürste, oder mit Sand, oder mit Bimssteinpulver abreibt, kann man auf chemische Weise ganz rein erhalten, wenn man sie schnell in eine Mischung von 100 Theilen Schwefelsäure, 100 Theilen Salpetersäure und 1 Theil Kochsalz taucht und dann schnell in frischem Wasser abwäscht.

3. Auch Gegenstände aus Blei, Zinn und deren Legirungen werden zumeist nur mechanisch decapirt, jedoch kann man sie auch in verdünnte Salzsäure tauchen und nach schnellem Zurückziehen in Wasser abwaschen.

4. Abgedrehtes oder polirtes Stabeisen oder Stahl decapirt man durch Abreiben mit fein gepulvertem Bimsstein oder durch Kochen mit Potasche und rasches Passiren durch eine Mischung von 3 Theilen Salzsäure in 10 Theilen Wasser, nach welcher Eintauchung gute Abwaschung in Wasser folgen muß.

5. Blauangelaufenes Eisen oder Stahl muß von dieser dünnen, die blaue Farbe verursachenden Oxydschicht durch eine Mischung von 1 Theil Salpetersäure und 10 Theilen Wasser befreit werden. Auch eignet sich, derlei Gegenstände ungefähr eine Viertelstunde in Wasser liegen zu lassen, das 3 Percent salpetersaures Quecksilberoxyd enthält.

6. Um Gegenstände aus Gußeisen zu decapiren, taucht man sie 2 bis 3 Stunden lang in Wasser, welches mit 1 Percent Schwefelsäure gesäuert ist, wäscht sie in reinem Wasser ab, reibt sie in Sand tüchtig und wäscht sie neuerdings in Wasser.

7. Silbergegenstände decapirt man, wenn man sie schwach glühend macht, noch heiß in eine kochende Beize von sehr verdünnter Schwefelsäure giebt und dann gut in Wasser abwäscht.

§. 2. Anfertigung der Matrizen.

Der metallische Niederschlag, welchen der Volta'sche Strom hervorbringt, bildet sich stets an der negativen Elektrode, welche von solchem Metalle sein muß, daß sie von der elektrolytischen Metallauflösung nicht angegriffen werden und auf das niedergeschlagene Metall nicht reagiren kann. Da oft schwefelsaures Kupferoxyd angewendet wird, kann daher Zink, Zinn und Eisen nicht genommen werden, Platin und Gold besitzen wohl alle gewünschten Eigenschaften, kommen jedoch zu theuer, im Allgemeinen nimmt man daher Kupfer. Das

niedergeschlagene Kupfer überzieht die Matrize allseitig, wodurch aber das Original für fernere Verwerthung verloren geht; will man dasselbe aber erhalten, so isolirt man die Hälfte desselben, um den Niederschlag abnehmen zu können, welcher naturgemäß als umgekehrter Abdruck des Originals erscheint.

Um daher eine Copie ohne Verlust des Originales zu erhalten, muß man sich zuerst eine Matrize oder ein Modell schaffen, was am genauesten und einfachsten auf galvanoplastischem Wege geschieht. Um z. B. ein Modell zu erlangen, wird die Münze auf der einen Seite isolirt, d. h. mit geschmolzenem Wachs bestrichen, um das Absetzen des Kupfers zu verhindern, die andere Seite gut gereinigt und so in den Apparat gelegt. Die Münze bedeckt sich dann je nach der Stärke des Stromes alsbald mit einem dünnen Kupferüberzuge. Ist dieser stark genug, wird die Münze herausgenommen und das Wachs über einer Spiritusflamme abgeschmolzen, wonach die Trennung dann ohne weiters mit einem schwachen Geräusche erfolgt. Nach dieser Matrize kann nun auf gleiche Art die dem Originale ganz ähnliche Copie erhalten werden.

Diese galvanoplastisch dargestellten Matrizen sind allerdings die genauesten, auch dauerhaft, kosten aber einerseits viel Zeit, andererseits große Sorgfalt und viel Geld. Nur zu ganz feinen Arbeiten oder wenn eine Matrize sehr häufig benützt werden soll, werden dergleichen Copien angewendet. Entsprechende Modelle suchte man daher auf verschiedene andere Arten sich zu verschaffen, am gewöhnlichsten nahm man Gyps oder Formsand, in welchem eine Copie ausgegossen wurde.

Wenn das Modell nur einmal gebraucht werden soll, so macht man dasselbe aus einem ziemlich leicht schmelzbaren

Metalle, um es sodann nach der galvanischen Reproduction von demselben abschmelzen zu können.

Eine derartige Metalllegirung erhält man aus einer Mischung von: 3 Theilen Blei, 2 Theilen Zinn und 5 Theilen Wismuth, welche schon bei 73° R. schmilzt. Die Böttger'sche Legirung besteht: 8 Theilen Blei und 3 Theilen Zinn, welche bei 86° R. schmilzt. Der abzuformende Gegenstand wird in die geschmolzene Masse in dem Augenblicke eingedrückt, wenn selbe erstarrt, oder man richtet es so ein, daß das Metall auf dem Modelle selbst, welches mit einem entsprechenden Rande versehen, ausgegossen wird, worauf es auch erstarren muß.

Wendet man Bleilegirungen zur Verfertigung von Modellen an, so empfehlen sich: das Loth der Bleigießer, das schmelzbare d'Arcet'sche Metall und die Legirung, welche zum Gusse der Lettern dient. All' diese Legirungen, sobald sie von ihren Oxyden befreit sind, werden auf einen flachen Körper gegossen und der abzubildende Gegenstand stark darauf gedrückt. Auch dient zu diesen Zwecken das Newton'sche Metall, aus Blei, Wismuth und Zinn bestehend.

Ist besondere Schönheit des Modelles nicht erforderlich, genügt eine glänzend reine Bleiplatte, auf welche man den zu copirenden Gegenstand legt und durch einen starken Schlag oder mittelst einer Presse einen Abdruck macht. Auch das gewöhnliche Metall der Stereotyp-Lettern erfüllt diesen Zweck, wenn man es auf ein Gypsmodell ausgießt.

Zur Anfertigung der Matrizen oder Modelle sind aber Metalle durchaus nicht erforderlich, man kann jede plastische oder leicht schmelzbare Substanz hierzu verwenden, wenn nur die Oberfläche, auf welcher der Niederschlag erfolgen soll, für die Elektricität leitend ist. Die am vortheil-

haftesten anzuwendenden Stoffe sind: Siegellack, Wachs, Gelatine, eine Mischung von Wachs, Stearin und Schlemmkreide, oder eine Mischung von Wachs und Harz, dann Gyps und Guttapercha.

Bei Benützung des Siegellacks für kleinere Gegenstände hält man eine Karte über die Flamme einer Kerze und reibt den erwärmten Theil mit einer Stange Siegellack stark ein; ist genug Lack darauf, drückt man das Original darauf. Ist Letzteres von Holz, so muß es zuvor mit Olivenöl eingerieben werden.

Wird Wachs genommen, so muß der Gegenstand ebenfalls schwach geölt werden. Dann umgiebt man den schon früher sorgfältig gereinigten Gegenstand mit einem Papierrande und gießt in das hierdurch gebildete Gefäß, dessen Boden der Gegenstand bildet, das geschmolzene Wachs. Bevor das Ausgießen geschieht, ist es nöthig, die abzuformende Fläche mit einem feinen Pinsel zu überfahren, um alle etwa vorhandenen Luftbläschen, Staub ꝛc. zu entfernen. Das Wachs darf erst einen Tag, nachdem es gegossen, abgenommen werden; dann nimmt man den Papierrand weg und löst die Matrize mit Leichtigkeit ab. *)

Zur Abformung von Münzen und Medaillen dient eine Mischung aus Wachs und Stearin, welcher man eine geringe Menge Schlemmkreide oder feingepulvertes Bleiweiß zusetzt. Im Uebrigen ist die Behandlung die gleiche wie beim Wachs. Ein gleiches Verfahren gilt auch bei der Mischung von gleichen Theilen aus gelbem Wachs und Harz, nur darf man diese Mischung weder zu flüssig noch zu heiß gießen und ist sie ihrer Klebrigkeit wegen nicht zu empfehlen.

Für zartere Gegenstände wendet man auch Formen von Gelatine (Leim) an, doch wird nach Bouillet der

*) Vergleiche auch Seite 97 u. f.

Kupferniederschlag etwas spröde, was aber nur dann der Fall, wenn eine größere Menge von Gelatine in das Kupferbad übergegangen ist; ein geringer Gehalt von Gelatine bewirkt hingegen ein rosenfarbiges Aussehen des Kupferniederschlages; übrigens sind Matrizen von Gelatine nicht haltbar. Eine gute Leimlösung besteht aus: 20 Theilen Leim und 2 Theilen braunem Candis in so vielem heißen Wasser gelöst, daß das Ganze beim Erkalten eine feste Gallerte bildet. Diese Lösung wird noch warm auf das Modell aufgegossen und darauf erkalten gelassen, worauf man den fertigen Abdruck abhebt. Mit dieser elastischen Form fertigt man hierauf eine feste Form, indem man ein Gemisch von: 26 Theilen gelbes Wachs, 12 Theilen Hammeltalg und 4 Theilen Harz hineingießt. (Ist ohne Candiszusatz entschieden besser.)

Vertragen die abzuformenden Gegenstände weder Hitze noch Druck, so verfertiget man die Modelle oder Matrizen aus Gyps. Zu diesem Zwecke macht man den Gypsbrei an, d. h. man siebt gebrannten Gyps und macht einen Brei aus einem Theile desselben und $2^1/_2$ Theilen Wasser. Zu sehr feinen Formen setzt man auch noch etwas gebrannten Kalk, während man Abdrücke sehr feiner Gegenstände, wie Cameen, Medaillen, Münzen, am besten aus gebranntem Alabaster (ebenfalls Gyps) macht. Statt das Gypspulver in Regen- oder abgekochtem und wieder abgekühltem Brunnenwasser einzurühren, kann dies auch mit saurer Milch oder Molken geschehen, worin der Gyps sehr bald eine große Härte annimmt. Uebrigens kann man den Gyps auch härter machen, indem man ihm Gummi arabicum, oder Borax, oder Alaun beisetzt; in den beiden letzten Fällen befeuchtet man den gebrannten Gyps mit einer Lösung des Salzes, brennt ihn zum zweiten Male, pulverisirt ihn und macht

beim Gebrauche das Pulver bei Alaun mit Alaunlösung, bei Borax mit Wasser an. Um das zu rasche Erhärten des Gypses zu hindern, giebt man unter das Wasser etwas Leim, der ihn auch gleichzeitig etwas härter, durchscheinend und marmorartig macht. Wenn dieser Brei angemacht ist, reinigt man zuvor den Gegenstand, reibt ihn mit gut trocknendem Lein- oder Nußöl, oder weißem Firniß, oder mit dem mit Copal oder Mastix angemachten Firniß ein, oder um das Anhaften des Gypsbreies noch besser an der Form vollständig zu verhindern, legt man, wenn die Objecte klein sind, dieselben zu dem Ende einige Stunden vor dem Abformen in eine Lösung von Chlorzink von 20 bis 25 Grad, bei größeren Gegenständen reicht ein Bestreichen derselben mit der genannten Lösung von Chlorzink hin. Vertieft gravirte Formen werden zuerst mit einer Mischung von Seifenwasser und Oel, dann mit einer 40 bis 50 Grad starken Lösung von Chlorzink ausgepinselt.

Soll die Matrize aus Gyps gebildet werden, so umgiebt man den Gegenstand mit einem drei- bis vierfachen Papierrande, trägt von diesem Gypsbrei zuerst nur einen schwachen, dünnflüssigen Ueberzug auf, um Luftbläschen zu vermeiden, und gießt dann den übrigen Gypsbrei hinzu; damit beim Einrühren keine Luftblasen in den Gyps kommen, muß es mit Sorgfalt gemacht werden, und damit der Gyps weder zu dick noch zu dünn werde, muß man die richtige Menge Wasser anwenden. Der Gyps muß auch, um so viel als möglich von Luftblasen frei zu bleiben, frisch gebrannt oder wenigstens am Feuer so lange erhitzt sein, bis alle Feuchtigkeit entfernt ist. Wenn der Gyps nach ungefähr 3 bis 4 Stunden erstarrt ist, nimmt man den Papierrand weg und löst das Original vorsichtig von dem Modelle. Diese Gypsmatrize, bis auf 48° R. erwärmt, wird in

geschmolzenes Wachs oder Stearin getaucht, damit Letzteres in den Gyps eindringe; oder man legt die heiße Matrize mit der Rückseite auf die geschmolzene Masse, bis dieselbe durch die Form des Gypses hindurch bis an die Vorderseite gedrungen ist. Statt Wachs kann man auch ein Gemisch von geschmolzenem Wachs und Colophonium, oder Talg, Stearin, Wallrath, oder mit Glätte versetztes Nußöl, oder eine Auflösung von Colophonium in Terpentinöl nehmen. Dies Alles geschieht, um auch die feinsten Poren des Gypses zu füllen und eine ganz glatte Fläche zu erlangen.

Eine sehr dauerhafte Matrize erlangt man durch Guttapercha. Um solche zu gewinnen, knetet man die in heißes Wasser gelegte Guttapercha-Masse mit nassen Händen sorgfältig. (Karmarsch empfiehlt, sie in trockener Hitze am besten durch Auflegen auf ein grobes Drahtsieb, welches man über glühende Kohlen hält, zu erwärmen und von Zeit zu Zeit umzuwenden, bis sie klebrig ist, und dann mit Graphit einzureiben.) Ist die Masse gleichförmig und mäßig erstarrt, bedeckt man das mit einem vorstehenden metallenen Rande versehene und früher mit feinem Graphit überbürstete Original mit der Guttapercha-Masse und preßt das Ganze mittelst einer Schraubenpresse scharf zusammen. Die angemessene Stärke des Druckes lernt sich am besten durch Erfahrung kennen. Ungefähr nach einer halben Stunde ist die Matrize erhärtet und zum Abnehmen geeignet.*)

Eine weitere ausgezeichnete Formmasse zu Matrizen für die Galvanoplastik ist die von Kreß erfundene. Sie besteht aus: 12 Gewichtstheilen weißem Wachs, 4 Gewichtstheilen Asphalt, 4 Gewichtstheilen Stearin und 2 Gewichtstheilen Talg; man schmilzt zuerst den am schwersten schmelzbaren Asphalt, fügt zu diesem

*) Vergleiche auch weiter unten Seite 99 u. f.

das Wachs, dann das Stearin und zuletzt den Talg. Wenn die ganze Masse im Flusse und durch fleißiges Umrühren vermengt ist, fügt man so viel feinen Kienruß bei, bis sie eine schöne schwarze Farbe hat. Um sowohl das Ankleben des Originals zu verhindern, als auch die Masse consistenter zu machen, fügt man noch etwas fein gesiebten Gyps hinzu, der aber in der Masse tüchtig verrührt und verarbeitet werden muß. Mittelst dieser Masse, der jedoch nicht zu viel Gyps zugegeben werden darf, damit sie nicht zu trägflüssig werde, kann man auch von Gypsoriginalen Formen abgießen, wenn man das Gypsoriginal so lange in lauwarmes Wasser legt, bis Letzteres gänzlich durchgedrungen, was daran zu erkennen ist, daß keine Luftblasen in dem Wasser mehr aufsteigen. Tritt dieser Fall ein, so muß das Gypsoriginal auf der Oberfläche frei von Wasser sein, und dann gießt man die Formmasse, jedoch nicht zu heiß, darüber; ist sie erkaltet, läßt sie sich leicht abheben. Hat man das Gypsoriginal mit Leimwasser, aufgelöstem Gummi arabicum, oder aufgelöster Hausenblase getränkt, so darf auch kein Leim rc. auf der Oberfläche stehen bleiben, dann muß aber vor dem Uebergießen mit der Formmasse der Gypsgegenstand mit etwas Oel bestrichen werden.

Diese Formmasse von Kreß bietet folgende Vortheile:

1. Kann die Masse, wenn der Kupferniederschlag gemacht worden ist, immer wieder durch Umschmelzen brauchbar gemacht werden, und ist sie durch öfteres Umschmelzen spröde, darf man nur etwas gelbes Wachs oder Talg beimischen.

2. Ist diese Formmasse leicht zu handhaben, und formt auch das Feinste auf das Genaueste ab, ja die leicht geätzten Töne in Aquatinta-Manier giebt sie wieder, so wie landschaftliche Darstellungen mit geätzten Wolkenpartien sich vollkommen genau abbilden lassen.

3. Große Gegenstände mit feinen Ciselirungen, welche in Guttapercha nur mit großer Schwierigkeit wegen der Pressung und der Größe der Guttaperchaplatte sich abformen lassen, können mit Leichtigkeit gegossen werden.

4. Kleinere Gegenstände, wie Münzen, Medaillen, Relief-Landschaften können zu Dutzenden auf einmal geformt werden. Der Former legt sich die Original-Gegenstände auf einem Tisch zurecht, umhüllt sie mit einem Streifen von Töpferthon und übergießt mit der geschmolzenen, jedoch nicht zu heißen Masse einen Gegenstand nach dem andern. Diese Matrizen lassen sich nach dem Gusse leicht abheben und sind, nachdem sie mit einem weichen, ja nicht steifen Pinsel mit trockenem Graphitpulver leitend gemacht wurden, für den Niederschlag fertig.

§. 3. Leitendmachen der Matrizen.

Alle diese nicht metallischen Modelle sind in der bis jetzt beschriebenen Beschaffenheit nicht leitend und müssen erst metallisirt werden. Dies geschieht entweder durch ausgeglühten Graphit oder durch metallische Salze. Ist der vorhandene überflüssige Rand von der Matrize weggeschnitten worden, überzieht man sie durch einen zarten Pinsel mit dem zu einem äußerst feinen Pulver verwandelten Graphit, entweder trocken oder mittelst einer Mischung von Wasser und Weingeist in einen dünnen Brei verwandelt in einer überaus dünnen zusammenhängenden Schicht. Ist der Anstrich im letzten Falle getrocknet, so beginnt man ihn mit einem weichen Pinsel oder langhaariger weicher Bürste (Sammtbürste) so lange zu reiben, bis aller überflüssige Graphit entfernt ist und die Oberfläche einen Metallglanz zeigt. Für diesen Zweck eignet sich vorzüglich der spanische, sibirische und der berühmte Graphit von Borowdale in Cumberland, der sehr

rein, billig, sich in sehr feines Pulver verwandeln läßt und ein sehr guter Leiter der Elektricität ist. Um schlechtere Graphitsorten brauchbar zu machen, füllt man einen Schmelztiegel damit, verschließt ihn durch einen mit Lehm aufgekitteten Deckel und setzt ihn einige Zeit einer möglichst starken Glühhitze aus. Nach erfolgtem Glühen wird er auf das Feinste zerrieben und aufbewahrt. Am sichersten aber geht man, wenn nur die vorzüglichste Sorte Graphit benützt wird.

Da das trocken aufgestäubte Graphitpulver nicht immer auf der Matrize festhält, nahm Ibbetson eine Auflösung von Phosphor in Oel gemischt und tauchte in die Auflösung den Gegenstand ein; er nannte seine Erfindung „Elektrotypp". Dadurch wird der Gegenstand mit einer dünnen Phosphorschicht überzogen, auf welche der Niederschlag sehr schön und gleichförmig erfolgt. (Ist jedoch nur für Guttapercha- und Gypsmatrizen anwendbar.)

Ein weiteres Mittel, die Matrizen zu metallisiren, besteht in der Anwendung aufgelöster metallischer Salze, gewöhnlich salpetersaures Silberoxyd (Höllenstein), mit welchem man die Oberfläche des Metalles bestreicht und aus welchem man das Metall entweder durch die Einwirkung des Lichtes oder mittelst eines auf die Oberfläche geleiteten Dampfes oder anderen Stoffes reducirt. Man bereitet durch Erwärmung eine Auflösung von Phosphor in Aether-Alkohol, das zu metallisirende Modell wird zunächst in eine leichte Auflösung von salpetersaurem Silberoxyde in wässerigen Weingeist getaucht und unmittelbar darauf in den Dampf der Phosphorauflösung gebracht, von welcher man einige Tropfen auf ein heißes Sandbad gethan hat, das mit einem Gestell zur Aufnahme des Modelles versehen ist; nach kurzer Zeit überzieht sich die Matrize mit einem Silberhäutchen. Die Hauptsache bei diesem Verfahren

ist, daß das Modell von dem salpetersauren Silberoxyde völlig angefeuchtet wird; man streicht daher von der Auflösung so viel darauf, als darauf geht und läßt die Flüssigkeit an der Luft verdampfen und wiederholt dieses ganze Verfahren so oft als nöthig, um eine schöne, schwarze, zusammenhängende Oberfläche zu erhalten.

Man kann auch die Oberfläche des Modelles mit schwachem Ammoniak leicht abwaschen und sodann das Modell unmittelbar in salpetersaures Silberoxyd eintauchen, um dann wie oben zu verfahren; oder auch gleich Chlorsilber oder salpetersaures Silberoxyd in Ammoniak lösen und diese Lösung statt der Höllensteinlösung anwenden.

Nichtmetallische zarte Gegenstände und solche mit sehr schwachen Hervorragungen oder Vertiefungen macht man für die Galvanoplastik auf diesem Wege mittelst Lösung von Silbersalzen leitend, welche reducirt wird, indem man sie dem Sonnenlichte aussetzt, oder der Einwirkung von Wasserstoff, oder Phosphor-, Schwefel- oder Arsenwasserstoff, oder der Einwirkung von Phosphordämpfen, welch' letztere aber sehr giftig und feuergefährlich sind. P. Cazeneuve reducirt daher das salpetersaure Silberoxyd durch Quecksilberdämpfe. Er löst das salpetersaure Silberoxyd im Holzgeist, da dieser besser verdampft, das Silbersalz besser löst, den zu metallisirenden thierischen oder pflanzlichen Gegenstand vollständig imprägnirt und billiger ist. Nachdem er den Gegenstand mit einer 10percentigen Höllenstein-Lösung behandelt hat, zu welcher Lösung er, um die Reduction des Nitrats im Holzgeiste zu verhindern, 3 Percent Salpetersäure zusetzt, läßt er denselben abtropfen und bringt ihn noch feucht über eine gesättigte Ammoniaklösung, wodurch sich in einigen Secunden ein sehr leicht reducirbares Silber-Ammoniak-Doppelsalz bildet. Ist der Gegenstand vollkommen trocken,

wird er den Quecksilberdämpfen ausgesetzt, wodurch nach wenigen Minuten der Gegenstand vollständig metallisirt ist.

Man kann aber auch die Formen nach M. Heeren mittelst eines weichen Pinsels mit einer fast gesättigten Lösung von salpetersaurem Silberoxyd in Weingeist von 85 Grad Tralles, und zwar 9 Theile salpetersaures Silberoxyd auf 100 Theile Weingeist, bestreichen. In Wasser darf man aus dem Grunde das Silbersalz nicht lösen, weil eine solche Lösung an der Form nicht haften würde, sondern nur in Tropfen zusammenfließt. Ein Hauptaugenmerk ist darauf zu richten, daß die Form auf diese Weise gleichmäßig mit der Silberauflösung befeuchtet werde und in den Vertiefungen der Form nicht zu viel Lösung bleibe, weshalb man mit einem weniger feuchten Pinsel die Form überstreichen muß. Ist die Form noch feucht, so giebt man sie in ein Gefäß, in welchem Schwefelwasserstoffgas enthalten ist. Sind die Gegenstände ganz klein, so genügt es, dieselben in ein Gefäß einige Secunden zu halten, in welchem Schwefeleisen ist, auf welches verdünnte Schwefelsäure gegossen wird, wodurch sich Schwefelwasserstoffgas bildet. Bei ganz großen Gegenständen hingegen, welche man in kein Gefäß stellen kann, kann man auch durch einen Kautschukschlauch Schwefelwasserstoffgas gegen die so präparirte feuchte Guttapercha-, Wachs- oder Gypsform ausströmen lassen, welche sich sodann gleich mit einer dünnen Haut von Schwefelsilber überzieht. Ist die Form trocken, taucht man sie sogleich in das Kupfersalzbad und läßt den galvanischen Strom wirken.

Man versuchte wohl der Billigkeit halber statt der Silbersalzlösung eine Lösung des essigsauren Kupferoxydes in Weingeist zu benützen, allein die Copien werden nicht so genau und scharf, weil Schwefelsilber ein viel besseres Leitungsvermögen besitzt als Schwefelkupfer.

Dieses Verfahren ist vorzüglich dann jenem, die Gegenstände mit Graphit zu überziehen, vorzuziehen, wenn die zeitraubende und dabei lästige Arbeit, welche das Einreiben der Formen mit Graphit bedingt, erspart werden soll.

Noch besser ist es, wenn man die Gegenstände oder Matrizen mit einer mit Alkohol versetzten Lösung von Höllenstein bestreicht. Diese Silberlösung ist vorher noch mit Ammoniak zu übersättigen und der Gegenstand dann erst in eine Schwefelwasserstoffgas enthaltende Atmosphäre zu bringen. Die Silberlösung bereitet man sich aus 1 Gramm Höllenstein in 2 Gramm Wasser, fügt 2·5 Gramm Ammoniak von 0·96 specifischem Gewicht hinzu und giebt dann 3 Gramm absoluten Alkohol hinein; die Lösung läßt sich sehr gut aufbewahren, und durch den Zusatz des Ammoniaks adhärirt die Flüssigkeit am Wachse viel besser und bezweckt einen gleichmäßigen Ueberzug der Silberlösung. Sobald die Gegenstände mit der Flüssigkeit aber nur schwach befeuchtet sind und nach einigen Minuten sich noch feucht anfühlen, hält man sie über ein Bechergefäß, in welchem aus Schwefeleisen und verdünnter Schwefelsäure Schwefelwasserstoffgas sich entwickelt. Ist das Stück vollkommen trocken, kann der Niederschlag darauf erfolgen, und ist der Strom stark, oder sind der Elemente viele, erfolgt der Niederschlag schnell, was jedoch, um ein weiches, weniger sprödes Kupfer zu erlangen, durch Schwächung des Stromes gemäßigt werden muß.

Nach L. Berlandt kann man sich auch eines Ueberzuges von reinem Silber bedienen. Man benetzt zuerst die Matrize mit schwachem Weingeist, spült sie in destillirtem Wasser ab, und während sie noch naß ist, übergießt man sie mit einer Silberlösung (1 Theil Höllenstein auf 4 Theile Wasser), nach einigen Minuten gießt man die Flüssigkeit ab und gießt eine schwefelsaure Eisenoxydullösung (1 Theil

Eisenvitriol auf 3 Theile Wasser) auf und läßt dieses nach 5 Minuten wieder ablaufen. Dies Verfahren wiederholt man 3 bis 5mal, bis die Matrize sich mit einer dünnen, weißgrauen Schicht reducirten Silbers bedeckt hat, worauf sie sogleich in das Kupferbad gebracht wird. (Wurde eine Zeit lang viel benutzt.)

H. Hanisch empfiehlt für Gelatine-Reliefbilder einen Silberniederschlag unmittelbar auf Gelatine bei Gegenwart des Sonnenlichtes zu bilden, da ein solcher Niederschlag infolge des Zugegenseins einer organischen Substanz viel reiner ausfällt und sie daher continuirlich bedeckt. Die Verfahrungsweise ist folgende: an eine Glasplatte werden mittelst Copalfirniß die Gelatine-Relief-Folien geklebt, und um sie unempfindlich gegen Wasser zu machen, ungefähr eine Stunde lang in eine concentrirte Tanninlösung gelegt, dann aber unmittelbar darauf in ein Silberbad so lange gestellt, bis die ganze Oberfläche des Reliefs vollkommen benetzt ist. Wenn man nun über das horizontal liegende Bild mit einem rechtwinkelig gebogenen Kupferdraht fährt, so setzt sich das Silber in Form von kleinen Strahlenbüscheln am Kupferdraht und als glänzender Anflug an den vom Kupfer berührten Stellen des Bildes an. Ist das geschehen, nimmt man die Platte möglichst wagerecht aus der Lösung, stellt sie in das Sonnenlicht, um sie zu trocknen. Dann spült man das Relief im Wasser aus, um das überschüssige Silberpulver zu entfernen, und erlangt hierdurch eine silberglänzende Schicht, welche den galvanischen Strom sehr gut leitet. Haupterfordernisse bei diesem Verfahren sind die Einwirkung des Sonnenlichtes, gleichförmiges Benetzen des Silberlichtes und große Vorsicht. (Unsicher.)

Osann empfiehlt die Gypsform auf folgende Weise leitend zu machen: Man taucht den Gypsabdruck in

eine concentrirte Lösung von Kupfervitriol, läßt ihn trocknen und wiederholt das Eintauchen einige Male. Zuletzt wieder trocken gemacht, hängt man ihn an einem Faden in ein Glasgefäß, in welchem aus Phosphor und Kalilauge Phosphorwasserstoffgas entwickelt wird; es bildet sich Phosphorkupfer, welches den Abdruck vollkommen durchdringt. (Nicht für die Praxis.)

Sollen Gegenstände galvanoplastisch überzogen werden, die nicht metallisch sind, so hat man wohl zu unterscheiden, ob dieselben poröse oder glatt sind. Sind dieselben poröse wie Gyps, Holz ꝛc., so müssen sie wie die Matrizen aus dem gleichen Material behandelt werden, Holz kann man auch längere Zeit in Leinöl kochen, dann abputzen und mit fein gepulvertem Graphit überziehen.

Sind Gegenstände glatt, somit aus Stein, Marmor, Horn, Elfenbein, Porzellan oder Steingut, so werden dieselben mit weißem Firniß, oder mit Copal-Mastix-Firniß überzogen und nach dem Trocknen mit Graphit bestrichen.

Thonwaaren können auch zuerst gefirnißt und dann mit sehr dünnen, fest angedrückten Bleiblättchen belegt werden. Bei dieser Methode bedarf es keines Graphits.

Sind Gegenstände aus Glas, müssen dieselben mit reiner Flußsäure oder mit einem Brei aus gepulvertem Flußspath und concentrirter Schwefelsäure matt geätzt werden; hierbei muß die Säure bei 12—16 Grad Reaumur mehrere Stunden lang einwirken, dann wird der Gegenstand abgewaschen und auf die nun rauhe Oberfläche der Graphit aufgepinselt.

Vierter Theil.

Eigentliche Galvanoplastik.

Ueberziehen der Metallflächen mit anderen Metallen.

Galvanometallurgie. Galvanostegie.

Bisher konnte man die Metallniederschläge auf galvanischem Wege nur auf solche Metalle ablagern, welche von der freien Schwefelsäure, die sich in der als Bad dienenden Kupfervitriolauflösung befindet, nicht angegriffen werden, weil sie an ihrer Oberfläche eine Veränderung erlitten, ehe noch ein Kupferniederschlag erzeugt worden. Aus diesem Grunde hatte man auch weder auf Eisen noch auf Stahl unmittelbar solche Niederschläge mit günstigem Erfolge herstellen können und sich beim Vervielfältigen von gestochenen Stahlplatten damit zu helfen gesucht, dieselben auf einer starken Walzenpresse in weiches Blei abzudrücken und diesen Abdruck als Matrize für die neu zu erzeugende Kupferplatte zu verwenden. Jacobi hat ein einfaches Verfahren entdeckt, wodurch diesem Mangel abgeholfen wird. Er wendet nämlich statt der schwefelsauren Kupferauflösung eine solche von Cyankupfer an, welche auf Eisen und Stahl keinen nachtheiligen Einfluß äußert.

Man bereitet dieselbe, indem in eine gesättigte Auflösung von Cyankalium in Wasser sowohl der Kupfer- als der Platinpol der Batterie hineingetaucht wird, wobei sich

das Kupfer auflöst und mit dem Cyankalium bis zur Sättigung verbindet und an dem Platinpol anzuschließen beginnt. In diesem Augenblicke ist die Cyankupferauflösung zum Gebrauche fertig, und man kann sich ihrer wie früher der schwefelsauren bedienen. Da jedoch die Erneuerung der Auflösung, wenn sich das Kupfer aus derselben niedergeschlagen, ihre Schwierigkeiten hat, so muß man sich zum Gebrauche abgesonderter Niederschlagungsgefäße bedienen, worin stets genau so viel Kupfer von der Anode aufgelöst wird, als sich auf die Kathode niederschlägt oder aus der Auflösung ausscheidet.

Ein anderer Gegenstand der Galvanometallurgie ist die Reduction von Legirungen verschiedener Metalle auf galvanischem Wege. Man schlägt eine Legirung von Kupfer und Zink nieder und bereitet zu diesem Zwecke nach der oben angegebenen Weise eine gesättigte Cyankupferauflösung. In dem Augenblicke, wo an der Kathode die Reduction beginnt, hängt man statt der Kupferanode eine Zinkanode in die Auflösung. Auch jetzt wird aus der Auflösung noch Kupfer niedergeschlagen werden, aber seine Farbe wird nach und nach aus der ursprünglich rothen in eine gelbliche und endlich in die Farbe des Messings übergehen. Sobald dieser Fall eintritt, kann man eine Anode aus wirklichem Messing einhängen und zum Niederschlage bringen, wenn man die Probekathode aus der Auflösung nimmt, und statt ihrer den Gegenstand einhängt, auf den man einen Messingniederschlag machen will. Die Auflösung selbst dient auf unbestimmte Zeit, sobald man nur hin und wieder etwas Cyankalium zusetzt.

„Galvanometallurgie nannte Becquerel auch jenes Verfahren, um auf galvanischem Wege Metalle im Großen auszufällen, doch hat dieses Verfahren nie praktische Anwendung gefunden.

Galvanostegie dagegen wird die Kunst, Kupfer auf galvanischem Wege mit anderen Metallen zu überziehen, genannt. Man ist dadurch im Stande, nicht allein zu vergolden und zu versilbern, sondern auch Niederschläge von Legirungen zu machen. Becquerel hat Versuche mit galvanischer Versilberung unter Anwendung einer kochenden Lösung von Chlorsilber in Kochsalz gemacht und namentlich in Messing vorzügliche Ergebnisse erlangt. Jacobi und Walker haben mit Niederschlagungen von Legirungen, namentlich von Messing, sehr gute Erfolge erzielt. Die einzelnen Verfahrungsarten werden in den nächstfolgenden Capiteln besprochen werden.

Nach diesem Verfahren können die Metalle und andere leitende Körper verkupfert, vergoldet, versilbert, mit Platin, Blei, Zink, Zinn, dann mit Eisen, Messing, Bronze, Nickel, Kobalt, Cadmium, Palladium und Antimon u. s. w. überzogen werden.

Die verschiedenen Methoden, Metalle zu überziehen, sowie die Anwendung der oxydirten Versilberung, der Incrustationen, Krystallisationen und des galvanoplastischen Niello soll die Aufgabe der folgenden Capitel sein.

Capitel I.

Das Vernickeln.

Von allen galvanoplastischen Verfahren hat sich keines in so kurzer Zeit in dem Umfange eingeführt wie das „Vernickeln.“ Die Vorzüge dieses Verfahrens sind aber auch klar und naheliegend; denn es verleiht ein guter Nickelüberzug allen unansehnlichen und minder werthen Metallen nebst deren Legirungen nicht nur ein bei weitem schöneres Aussehen, sondern es schützt auch alle leicht oxydablen Metalle

vor dem Rosten und ertheilt weichen Metallflächen eine größere Härte und Widerstandsfähigkeit. Hieraus erklärt sich denn auch genügend die außergewöhnliche Verbreitung der Vernickelung und deren schnelle Einführung in alle metallindustriellen Werkstätten, so daß die Zahl der selbstständigen „Vernickler" neben und außerhalb der größeren Fabriken, welche ihre eigene galvanoplastische Anstalt besitzen, nach Tausenden zählt.

Dies nun ist der Grund, weshalb ich hiermit die Beschreibung der verschiedenen Galvanisirungen beginne, wozu mich noch der Umstand treibt, daß die „Vernickelung" mehr, wie jede andere Art von galvanoplastischen Arbeiten, die äußerste Sorgfalt, Sauberkeit und Aufmerksamkeit des Arbeiters verlangt.

Man kann alle erforderlichen Operationen des „Vernickelns" in folgende Abtheilungen bringen:

1. Das Reinigen,
2. das Vernickeln selbst,
3. das Trocknen und Nachputzen.

§. 1. Das Reinigen der zu vernickelnden Gegenstände.

Wie aus dem Obigen hervorgeht, sind die Objecte, welche zum Vernickeln gelangen können, ebenso verschiedener Art wie zahllos, und wollen wir, abgesehen von der Natur der Metalle und Metallcompositionen zunächst darauf Rücksicht nehmen, ob dieselben in rohem, unbearbeiteten Zustande oder von hohem Politurglanze sind, da im letzteren Falle die Reinigung mit äußerster Vorsicht zu geschehen hat. Außerdem aber sind alle polirten Gegenstände doppelt schwer zu säubern, weil von dem Schleifen und Poliren her (was ja bekanntlich oft in eigenen Werkstätten mit Tuchrädern, Fett und Oel ꝛc. geschieht) noch soviel Fett und Unrath

daran haftet, daß eine ganz mechanische Entfernung desselben vorweg geboten ist.

Das erste, was mit den vorliegenden Gegenständen geschieht, ist das Auskochen in Lauge. Hierzu nehmen sehr viele Praktiker gewöhnliche Soda, etwa 1 Gewichtstheil auf 3 bis 4 Gewichtstheile Wasser, bringen das Ganze in einem gußeisernen, innen emaillirten Topfe auf's Feuer und lassen tüchtig kochen, während inzwischen die vorliegenden Sachen einzeln oder zu mehreren an entsprechenden Drahtschlingen hineingelegt und tüchtig ausgekocht werden. Nach und nach zieht man dann die einzelnen Schlingen mit ihrem Anhängsel nach der Dauer des Kochens heraus, führt sie sofort in einen Kübel kalten reinen Wassers und betrachtet sie aufmerksam, um zu erkennen, ob sich das Wasser allseitig, gleichmäßig, ohne Bildung von Fettstreifen darüber verbreitet. Ist dies der Fall, so bleiben sie im Wasser liegen, um dann weiter behandelt zu werden. Andernfalls werden sie noch weiter gekocht.

Außer und neben dem Auskochen der Metallwaaren wird eine zweite Methode befolgt, d. i. das Ausziehen (Ablösen) der Fette durch Benzin. Bei sehr fettigen Sachen geht es dem Kochen voraus, bei feinen Gegenständen wie bei manchen Stahlsachen (chirurgischen Instrumenten ꝛc.) wird es überhaupt allein angewendet und auch überall da, wo die hohe Politur geschont werden muß. Metalle endlich, wie Eisen, Blei ꝛc., die von starken Alkalien angegriffen werden, dürfen aber durchaus nicht mit Lauge behandelt werden.

Zu dem Entfetten durch Benzin hat man ein eisernes, mit einem eisernen dicht schließenden Deckel versehenes Gefäß (wegen der Feuergefährlichkeit des Benzins) zu drei Viertel gefüllt, wohinein die Gegenstände, ebenfalls an Drahtschlingen

befestigt, gelegt werden und so lange unter öfterem Umrühren und Schwenken liegen bleiben, bis sie nach dem Herausnehmen frei von Fett erscheinen, wonach sie entweder nur einige Male in der kochenden Sodalauge untergetaucht oder nach einiger Zeit, ganz nach der Natur ihrer Metalle und Größe, resp. Widerstandsfähigkeit, Politur ꝛc. gekocht, und dann sofort in das Spülbecken in viel reines Wasser, getaucht werden.

Man spült in mehreren Wasserbottichen 2—3mal und behandelt die einzelnen Stücke noch mit „Wiener Kalk“, welcher höchst fein gepulvert mittelst einer Bürste und etwas Wasser auf einem kleinen Brettchen über einen hölzernen flachen Wassernapf, oder einen eigens dazu eingerichteten „Putztisch“ auf die zu vernickelnden Flächen aufgetragen und damit so lange scharf gebürstet, dann mit einem Lederlappen (Tuchlappen) abgerieben wird, bis auch jede Spur von Fett entfernt ist. Wiederum kommen die Sachen in reines Wasser, der überschüssige anhängende Kalk wird abgebürstet, und dann so lange abgespült, bis jede, auch die kleinste Unreinigkeit, vor allen Dingen aber Fett, entfernt ist. In ein, nahe dem Vernicklungsbade befindliches Wasserreservoir geworfen, kommen die Gegenstände dann baldmöglichst in's Nickelbad.

Während dies der allgemeine Gang ist bei feineren und bearbeiteten Gegenständen, benutzt man zum Reinigen roher, nur mit der Schlichtfeile oder abgeschmirgelter Guß- oder anderer grober Stückwaare das allgemein übliche Abbrennen, und zwar auch bei solchen Gegenständen, denen die Einwirkung der Brennen nicht schadet. Es leuchtet ein, daß eine Vorschrift für alle Specialfälle passend hier nicht gegeben werden kann, vielmehr muß jeder Galvanoplastiker dies zu ermessen im Stande sein oder aber alle Sachen nicht anders

wie im absolut reinen Zustande in Arbeit nehmen; denn obwohl ich weiß, daß das Decapiren, Abkochen, mit Benzin Behandeln, Putzen ꝛc. in den meisten Galvanisiranstalten besorgt wird, so sollte dies doch in ganz gesonderten Räumen und nicht, wie es so häufig der Fall, in dem Arbeitsraume geschehen. Weder die Säuredämpfe, noch der Kalkstaub sind den Bädern und Leitungen zuträglich.

Gleichviel, auf welche Weise nun die erforderliche, absolute Reinheit der zu vernickelnden Metallflächen erreicht ist, so kommen die Gegenstände immer aus dem letzten reinsten Wasser in das Bad, welches wir nun besprechen wollen.

§. 2. Das Vernicklungsbad.

Man wird vielleicht von mir erwarten, daß ich unter der vorstehenden Ueberschrift eine Reihe von „Vorschriften, d. h. Recepten" zu dem Vernicklungsbade geben werde, allein ich muß vorausschicken, daß ich, auf langjährige praktische Erfahrung gestützt, geradezu davor warnen muß, sich auf Recepthascherei zu legen. Es giebt eine sehr große Anzahl von Galvanoplastikern, welche höchst unsicher arbeiten, und während heute Alles prächtig gelingt, das Bad arbeitet fix, schön weiß, egal, es wird etwas fertig — — und andern Tages kommt auch gar nichts heraus. Weder erfolgt ein Niederschlag, und selbst wenn dies der Fall, so erscheint er in allen Regenbogenfarben, nur nicht weiß — noch ist man im Stande, zu helfen. Da liegt nun ein Haufen Arbeit, die aus dem Hause muß, die Besteller warten nicht länger, es steht also der Verlust der guten Kundschaft bevor, und nun geht's mit der Angst zu „Müller und Schultze", überall wird geforscht, gehorcht, gefragt, geklagt ꝛc. ꝛc., darüber vergeht die Zeit, es wird Mittag, Abend, und nichts ist geschehen. Nun noch das Schreckliche — kein Schlaf in der Nacht;

denn wie wird es morgen werden? — diese Frage läßt dem Unglücklichen keine Ruhe. Und die Sonne leuchtet wie immer friedlich und freudig zur Werkstätte hinein, die der angsterfüllte Arbeiter soeben betritt. Da geht's nun erst an die „Batterie", diese wird gesäubert und frisch gefüllt, die Leitungen in Ordnung gebracht und schweißtriefend das erste Stück zögernd in's Bad, in das Bad von gestern — was ja durchaus nicht arbeiten wollte — gebracht, und — hurrah! — es geht ja ganz vorzüglich. Hurtig jetzt an die Arbeit, alle Hände beeilen sich, und in wenigen Stunden ist der „schlimmste Kunde" befriedigt. Jetzt schmeckt die erste Stärkung, das zweite Frühstück, schnell geht's wieder an die Arbeit, und ehe es 12 Uhr, ist der ganze Rest aufgearbeitet, und fröhlichen Sinnes geht's an das „Abliefern".

Was aber in aller Welt war nur dem Bade eingefallen? Hat mir jemand einen Schabernack gespielt oder was sonst? —

Nichts war's Anderes, als daß es an der erforderlichen Sauberkeit gemangelt hat, vielleicht auch waren die Elemente schon schwach und dergleichen mehr, aber an und in dem Nickelbade lag es nicht.

Kommt, wie dies leider oft geschieht, so ein Unglücklicher zu seinem Chemikalienhändler, so läßt der sofort das alte Bad verwerfen, bürdet ihm eine Menge neuer Chemikalien auf und stürzt ihn in hohe Ausgaben oder gar Schulden. Fragt er „Collegen", so ist er auch nicht besser berathen; denn ihm das eigen erprobte, beste Verfahren mitzutheilen, hält sich keiner für verpflichtet. Vergessen wir endlich nicht, daß es fast eben so viel Vorschriften zu dem Nickelbade giebt, als Galvanoplastiker existiren, d. h. daß fast jeder Einzelne so seinen kleinen „hocus pocus" dabei hat, den er wie ein Heiligthum hütet, so müssen wir

einräumen, daß die Jagd nach Recepten ein sehr verkehrtes Unternehmen ist, da notorisch sich mit jedem Nickelbade, wenn es überhaupt in gutem Zustande sich befindet, gute Resultate erzielen lassen. Aber „Herr und Meister" seiner Präparate und Utensilien soll Jeder in seiner Werkstätte sein. Um betreffs Zusammensetzung eines guten Nickelbades stets sicher zu gehen, müssen wir einige allgemeine Grundsätze festhalten, deren Befolgung nie außer Acht zu lassen ist.

Die erste Hauptbedingung zur Herstellung eines tadellosen, zuverlässigen Nickelbades ist die „chemische Reinheit der Präparate", welche zu ermessen freilich nicht die Aufgabe des Praktikers sein kann; denn man kann nicht verlangen, daß sich derselbe auf die qualitative resp. quantitative Analyse der erforderlichen Präparate verstehe.

Es ist für diese unerläßliche Anforderung an die Nickelsalze, Säuren und selbst das Wasser ein zuverlässiger Chemiker zu Rathe zu ziehen und zwar der Art, daß ab und zu die Chemikalien von demselben, so wie sie bezogen, untersucht werden. Ist man überzeugt von der Reinheit dieser Stoffe, so müssen sie genau gewogen und exact gemessen und ebenso unter Beobachtung aller Angaben gelöst und gemischt werden, um dann mittelst Lackmuspapier sich überzeugen zu können, „wie das fertige Bad reagirt".

Kurz alle Angaben, welche in dem allgemeinen Abschnitte über „Anfertigung der galvanischen Bäder" gemacht wurden, sind hier sorgfältig und gewissenhaft zu befolgen.

Nächste Hauptbedingung ist das gegenseitige Verhältniß der angewendeten Nickelsalze zu den Zusätzen und zu dem Lösungsmittel, d. i. Wasser. Obwohl mir Vorschriften bekannt sind, welche ganz wunderbare

Abweichungen in den Quantitätsverhältnissen enthalten, ohne gerade ganz verwerflich zu sein, so zeigt sich doch alsbald, daß alle Abnormitäten auch ungewöhnliche und gerade nicht empfehlenswerthe Eigenthümlichkeiten besitzen; denn während ein schwaches Nickelbad bald erschöpft und unsicher arbeiten wird, so sind bei einem zu concentrirten Bade Krystallisationen, dunkle Färbung ꝛc. zu befürchten.

Mein Normalansatz ist 50 Gramm per Liter Wasser, ohne Rücksicht auf sonstige Zusätze.

Drittens muß als wesentliche Bedingung für ein gutes Nickelbad darauf geachtet werden, welche Zusätze der reinen Nickellösung, um sie wirksamer zu machen, gegeben werden; denn gerade über diesen Punkt sind die Ansichten der Praktiker ganz kolossal verschieden, und auch hierin suchen sie ihr „mene tekel", auf welches sie stolz sind und es furchtbar geheim halten. Nun, vor dem Secirmesser des Analytikers giebt es kein Geheimniß, und so sind denn successive alle Geheimnisse offenbar geworden und in die verschiedenen Zeitschriften übergegangen. Freilich oft sehr entstellt oder so verworren, daß viele absolut werthlos.

Als Norm für die Zusätze muß Folgendes gelten: Die zu verwendenden Salze dürfen das Nickelsalz nicht zersetzen, sie dürfen keine fremden Metalle enthalten und müssen möglichst neutral sein. Am geeignetsten erscheinen mir die Ammoniaksalze und von diesen das Chlorammonium, der gewöhnliche, eisenfreie Salmiak.

Hierin ist nun eigentlich die Vorschrift zu einem guten Nickelbade enthalten und bemerke nur noch, daß von den Nickelsalzen das schwefelsaure Nickeloxydul am beliebtesten und deshalb auch am geeignetsten ist, weil es sich am besten hält, d. h. an der Luft nicht zerfließt und auch am besten rein erhalten wird.

Auf Grund der von mir ausgeführten Analysen solcher Nickelbäder, wie sie am meisten gebraucht werden, gebe nun die nachstehenden Vorschriften:

50 Gramm schwefelsaures Nickeloxydul,
50 „ schwefelsaures Ammoniak,
1 Liter destillirtes Wasser,

in einer Porzellanschale oder eisernen, innen emaillirten Topf gekocht und nach und nach kleine Stücke kohlensaures Ammoniak hinzugegeben, bis die Lösung ganz klar erscheint. Alsdann fügt man so lange, zuletzt tropfenweise, eine ganz concentrirte Lösung von Citronensäure hinzu, bis rothes Lackmus nicht mehr blau wird und blaues Lackmuspapier röthlich erscheint. Hat man unversehens zu viel Citronensäure genommen, so muß man wieder ein wenig kohlensaures Ammoniak zuthun, bis oben eine ganz schwache saure Reaktion sich zeigt.

Nach dem Erkalten arbeitet dies Bad vorzüglich und ist sehr constant, wenn, was absolut nothwendig, von Zeit zu Zeit, bei starkem Gebrauche selbst täglich, die Reaction des Bades durch Lackmus geprüft und nach Umständen Säure oder Ammoniak zugesetzt wird. Selbstredend muß eine große und aus chemisch reinem Nickel bestehende Anode gebraucht werden. Eine Platinanode kann ich nicht empfehlen und bemerke, daß die Anode an einem starken Nickeldrahte, nicht an Kupferdraht aufgehängt werden muß, wenn das Bad, was vor allen Dingen zwecks farbloser Vernickelung nothwendig, kupferfrei bleiben soll.

Ein zweites Bad besteht aus:

2000 Gramm schwefelsaures Nickeloxydul,
1000 „ Chlorammonium,
50 Liter destillirtes Wasser,
80—100 Gramm Citronensäure.

Alles mitsammen zum Sieden erhitzt (man thut gut, nur die Hälfte Wasser zu nehmen, um zu kochen und schüttet dann die heiße klare Lösung in das übrige Wasser) und durch Lackmus geprüft, sollte dasselbe sehr roth erscheinen, setze so lange Salmiakgeist (bestes, stärkstes, dreifaches Ammoniak) zu, bis nahezu Neutralität erreicht ist.

Ich muß gleich bemerken, daß ein alkalisches Nickelbad stets mehr oder minder dunkle Niederschläge erzeugt und ein geringer Säureüberschuß eine reine weiße Farbe bewirkt. Ob sich statt der Citronensäure ein- für allemal chemisch reine Salzsäure wird nehmen lassen, wage ich nicht zu behaupten, doch wird in vielen großen Anstalten nur Salzsäure verwendet, welche ja ganz erheblich billiger ist.

Ein drittes, neuerdings in Aufnahme gekommenes, sehr gutes Nickelbad:

$^1/_2$ Kilo Chlornickel,

10 Kilo Wasser,

60 Gramm Citronensäure,

Salmiakgeist so viel, als zur vollständigen Klärung der Lösung erforderlich ist. Reagirt die Lösung jetzt alkalisch, so setze man vorsichtig so lange Citronensäure zu, bis blaues Lackmuspapier anfängt, roth zu werden.

Außer diesen durchaus zuverlässigen Vorschriften will ich der Vollständigkeit wegen noch folgende, andererseits empfohlene Compositionen angeben, ohne jedoch für deren Erfolg zu garantiren.

1. Schwefelsaures Nickeloxydul	500	Gramm,
schwefelsaures Ammon	500	„
destillirtes Wasser	10	Liter,

zusammen gekocht und dann mittelst Citronensäure schwach angesäuert.

2. Schwefelsaures Nickeloxydul-Ammoniak 500 Gramm,
schwefelsaures Ammon 150 „
Citronensäure so viel, daß die heiße Lösung schwach sauer reagirt, nachdem die Salze in 10 Liter destillirtem Wasser gelöst sind.

Alle anderen mit demselben Nickelsalze angestellten Bäder unterscheiden sich in ganz unwesentlichen, nebensächlichen Zusätzen und beliebig veränderten Verhältnissen von diesen angeführten Vorschriften, weshalb sie anzuführen ganz nutzlos wäre.

Vorschriften, in welchen schwefelsaures oder salpetersaures oder Chlornickel angegeben sind, entbehren jeder verständigen Grundlage, weil der Gehalt an wirklichem Nickelmetall in diesen Salzen erheblich differirt, somit es nicht gleichgiltig ist, welche dieser Verbindungen genommen, weil dadurch die Concentration des Bades vollständig illusorisch wird.

Als Feind unnöthiger, weitläufiger Schreiberei kann ich mich nicht entschließen, noch mehr Recepte, deren es übrigens Hunderte giebt, anzuführen, denn es ist nie die Vorschrift und das Bad allein, welches gute Resultate bedingt, sondern das Vertrautsein des Arbeiters mit seinen Chemikalien, die Ueberwachung des elektrischen Stromes und die peinlichste Sauberkeit, welche vereint das Beste erreichen lassen.

Als Schlußbemerkungen zum Vernickeln seien, mit Hinweis auf alles bereits früher Gesagte, folgende Notizen gegeben, deren Befolgung ich dringend empfehle.

Die nach meiner Anweisung decapirten und vollkommen gereinigten Gegenstände werden von einigen Praktikern, noch bevor sie in das Nickelbad kommen, in einer Cyankaliumlösung gespült, und zwar im Verhältniß von 1 Gewichtstheil Cyankalium auf 6 Gewichtstheile destillirtes oder Regenwasser,

wozu gerade das billigste Kali, Nr. III der Preislisten, von 50 bis 60 Percent reinem Cyangehalt sich am besten eignet. Es hat dieses Bad den Vortheil, daß jede Spur von „Anlauf“ auf den hochpolirten Metallflächen entfernt und eine reine, spiegelblanke Oberfläche erzeugt wird, was ja von großem Nutzen ist. Es versteht sich wohl von selbst, daß dieses Cyankaliumbad zu allerletzt angewendet und die darin kurze Zeit hin- und hergeschwenkten Artikel schnell durch reines Wasser gezogen, sofort in's Nickelbad kommen müssen.

Beachtenswerth ist ferner die Regel, daß man nie irgend einen Gegenstand in irgend welches Bad, so auch in das Nickelbad, bringen darf, als bei geschlossener Kette, d. h. also erst dann, wenn Anode und Kathode in Thätigkeit sind. Als Erklärung hierfür dient der Umstand, daß viele Metalle an und für sich auf die galvanischen Bäder reagiren und ohne Anschluß an die Batterie einen Niederschlag von reducirten Metallsalzen erzeugen, welcher je nach Umständen als irisirender Anflug oder selbst gelb bis gelbbraune Trübung sich markirt.

Auf die Temperatur der galvanischen Bäder kommt es an, ob der Niederschlag schnell oder langsam entsteht, ja bei einigen, wie Gold und Platin, muß man sogar eine hohe Temperatur anwenden, um den gewünschten Effect zu erreichen. Man sorge für Nickel stets dafür, daß das Bad eine angenehme Zimmertemperatur habe, also weder zu kalt, noch zu warm sei, was ja in jedem guten Arbeitszimmer sich von selbst versteht. Ist über Nacht das Bad im Winter sehr abgekühlt, so erwärme man einen Theil desselben in einer Porzellanschale oder gußeisernem, innen glasirten Topf bis zum Kochen und vermische damit das übrige kalte Bad, damit es auf 12 bis 15° R. erwärmt werde. Neue Nickelbäder sollen, wie bereits bemerkt, stets gekocht werden, und

kann man, sofern die entsprechenden Kochgeräthe zu klein sind, erst eine concentrirte Lösung kochen und diese dann mit der übrigen vorgeschriebenen Wassermenge mischen.

Da alte Batterien einen unangenehmen Geruch verbreiten, von der Auflösung des Zinkcylinders in der Schwefelsäure herrührend, so arrangirt man es so, daß dieselben außerhalb des Arbeitslocales, an einer dünnen Mauer, in einem eigenen Schrank aufgestellt werden, oder, wo dies nicht möglich, so hoch über dem Nickelbade, daß die entweichenden Gase (Wasserstoff und Schwefelwasserstoff) den Arbeiter nicht direct incommodiren.

Während Temperatur des Bades und Stromstärke der Batterie von wesentlichem Einflusse auf den Ausfall der Vernickelung sind, ist das Verhältniß der Anode zur Kathode, d. h. die Größe der Fläche der Nickelplatte im Bade, gegenüber der Gesammtfläche der zur Zeit zu entwickelnden Gegenstände nicht minder wichtig; es gilt hierfür als allgemein giltiger Grundsatz, daß die Anodenfläche möglichst so groß sei, wie die Flächen aller auf einmal im Bade befindlichen Gegenstände.

Als praktisch wichtig ist zu erwähnen, daß die Natur der zu vernickelnden Gegenstände wohl zu beachten ist, denn während Kupfer und Kupferlegirungen das Nickel sehr gut annehmen, gilt dies von Eisen, Zink u. a. m. nicht in gleichem Maße. Es zeigen sich bei letzterem namentlich höchst störende Erscheinungen, sowohl rücksichtlich der Farbe des Nickelniederschlages, wie auch betreffs seiner Eigenthümlichkeit, sich abzulösen, in einzelnen zackenartigen Aufblähungen. Von erster und wichtigster Bedeutung ist und bleibt die Beschaffenheit der Oberfläche der zu vernickelnden Objecte, und kann die Reinigung derselben gar nicht weit genug getrieben werden. Vorausgesetzt nun, daß Alles in bester Ordnung

geschehen, auch Bad und Batterie in gutem Zustande, so kommt es doch vor, daß das Nickel abblättert, abspringt. Ohne die zahlreichen Gründe hierfür aufzuzählen und zu begutachten, rathe ich dazu, alle Eisen- und Zinksachen, ohne Ausnahme, vor dem Vernickeln ganz schwach zu verkupfern. Diese gar nicht in Betracht kommende geringfügige Arbeit macht sich reichlich bezahlt durch den prächtigen Fortgang des Vernickelns auf frisch gefälltem Kupfer; denn sobald sich durch den schon rosarothen Thon der verkupferten Gegenstände erkennen läßt, daß die Eisen-, resp. Zinkfläche vollkommen gedeckt ist, werden dieselben in reinem Wasser schnell gespült und kommen sofort in das Nickelbad.

Da augenscheinlich ein silberweißer Nickelniederschlag nur aus chemisch reinem Nickelbade möglich ist, so muß jeder Operateur auch dafür sorgen, daß seine Präparate chemisch rein, namentlich frei von Kupfer sind und wenn dies der Fall, auch dafür, daß jede Spur fremden Metalls, welches sich im Bade lösen könnte, fern gehalten wird. Dies gilt auch von den Drahtösen, an welchen die Nickelanode befestigt und in das Nickelbad gehängt wird, und welche aus dem eben erörterten Grunde ebenfalls aus Nickeldraht bestehen müssen. Die Benützung von Kupferdraht hat stets die Gefahr, daß sich etwas Kupfer auflöst, was bei seiner stark färbenden Kraft selbst in minimaler Menge hinreicht, den Niederschlag gelb zu färben. Nach dieser Richtung hin wird von vielen Praktikern gefehlt, indem sie annehmen, daß das Kupfer hier ganz unschädlich sei oder, da die Anode nicht ganz in das Bad hineingehängt wird, was ich entschieden tadle, mit dem Bade gar nicht in Berührung komme.

Wie schon früher bemerkt, ist die Reaction des Nickelbades stets zu überwachen und soll niemals entschieden alkalisch sein, denn man merke ein für alle Mal: ein alkalisches

Bad giebt eine dunkle — ein schwachsaures Bad eine weiße Vernicklung.

Bezüglich des Einbringens und Füllens eines Nickelbades braucht wohl kaum bemerkt zu werden, daß alle Gegenstände so frei hängen müssen, daß sie sich nirgends berühren und die Nickelanoden, welche bei großen Bädern und umfangreichen oder sehr vielen Objecten zu beiden Seiten hängen müssen, so daß also die Stromwirkung möglichst gleichmäßig eintreten kann, wenigstens 10 bis 15 Centimeter abstehen. Diese Entfernung ist auch deshalb einzuhalten, damit die einzelnen Objecte leicht, bequem und ohne Störung für den galvanischen Proceß öfter — was durchaus nothwendig — herausgenommen und wiederholt in veränderter Lage eingehängt werden können. Vorzüglich bei Beginn des Vernickelns, kurz nach dem Einbringen in das Nickelbad, müssen die Objecte öfters herausgenommen werden, um sich von der Abwesenheit von Luftblasen, welche schleunigst zu entfernen sind, wie auch davon zu überzeugen, daß die Sachen gut annehmen, d. h. die Vernicklung regelrecht geschieht. Hierbei ist ein kräftiger Strom nothwendig; denn je schneller und vollkommener der erste Nickelansatz entsteht, desto besser haftet und fällt die ganze Vernicklung aus.

Es dürften sich gewiß noch manche Punkte anführen lassen, welche erwähnenswerth, ohne gerade wichtig zu sein; aber alle denkbaren Möglichkeiten erschöpfen zu wollen, liegt nicht im Interesse dieses Werkes, da hierzu ein ganz gesondertes, in sich abgeschlossenes Ganze erforderlich wäre. Zudem soll dem Leser nur das geboten werden, was er wissen muß, um sicher arbeiten zu können; Fehler, Störungen und Mängel aus Unordnung oder eigenem Versehen entstanden, kann man unmöglich erörtern.

§. 3. Behandlung der vernickelten Waare.

Zum Schlusse noch einige Worte über die Behandlung der vernickelten Sachen.

Je nach Umständen wird stark oder schwach vernickelt, leider nur gefärbt, d. h. die unansehnliche Messingfarbe leicht mit Nickel verdeckt, immer aber wird die vernickelte Metallfläche genau so erscheinen, wie sie vorher war, d. h. matt oder polirt, rauh oder glatt ꝛc.; denn ungehörige Rauhheiten u. dgl. vermag der Niederschlag nicht auszugleichen.

Man vernickelt gute Sachen, welche schön weiß und dauerhaft sein sollen, so lange, bis sie bläulich grau anzulaufen beginnen, bringt sie in ein großes reines Wasserbad, dann in heißes Wasser und trocknet in feinen Sägespänen von weichem Holze sofort ab. Zuletzt legt man sie, falls möglich, in einen Trockenofen und läßt sie gehörig abtrocknen. Um nun den ursprünglichen schönen Glanz und die tadellose Farbe zu gewinnen, werden die getrockneten Objecte mittelst frisch gelöschtem, sandfreiem Wiener Kalk und Wasser oder Putzöl flott geputzt, bis der gewünschte Effect erreicht ist. Wer im Besitze einer Drehbank und sonstiger Einrichtungen, wird sich dieser zu gleichem Zwecke bedienen.

Leicht vernickelte und kleine Gegenstände werden nur in Sägespähnen scharf gerieben.

Nachdem das „Vernickeln" in möglichster Ausführbarkeit besprochen, glaube ich allen Anforderungen an einen aufrichtigen Lehrer und Führer genügt zu haben, und bemerke, dieses Capitel verlassend, daß alles hier Gesagte, allgemein Giltige für jede andere Art galvanoplastischer Arbeiten die vollste Berechtigung hat.

Ich bitte daher, das Vorstehende genau und aufmerksam zu beachten und mit dem Versprechen gern privatim

noch hier und dort nachzuhelfen, um fleißige Mittheilungen aus eigener Praxis seitens der verehrten Leser.

Der Vollständigkeit wegen folgen „als Anhang" noch einige Auszüge aus guten Werken, welche ganz angenehme Notizen enthalten.

§. 4. Anhang.

Zur Erzeugung eines schönen glänzenden Nickelniederschlages schlägt G. Boden folgendes Nickelbad vor: 4 Theile salpetersaures Nickeloxydul werden in 4 Theilen Aetzammoniakflüssigkeit und 150 Theilen Wasser gelöst, in welchem früher 50 Theile saures schwefeligsaures Natron gelöst worden sind. Bei einem schwachen Strom erfolgt der Niederschlag sehr schnell, und ist er hinlänglich stark, hat man ihn nur mit Sägespänen zu trocknen.

F. Stolla vermischt für die Vernicklung durch Ansieden das Bad der neutralen Nickellösung mit neutralem Chlorzink, erhitzt es zum Kochen und giebt die zu vernickelnden Gegenstände zugleich mit kleinen Zinkstückchen hinein.

Da die Elektroden aus reinem Nickel von großer Oberfläche durch die schwere Schmelzbarkeit schwer zu erlangen sind, kann man das Nickel zuerst stark ausglühen, um es leichter schmelzbar zu machen, oder dem Nickel eine geringe Menge Phosphor beigeben. W. Perkins nimmt als Anode nicht reines Nickel, sondern eine Legirung desselben mit Zinn.

Nach H. T. Brownell soll von großem Vortheile sein, die aus dem Nickelbade genommenen und abgetrockneten Gegenstände in einem Oelbade auf 250 bis 270 Grad Celsius zu erhitzen. Die Gegenstände sollen sich dehnen und biegen lassen, ohne daß der Nickelüberzug Risse und Sprünge erhalten soll.

Um Eisen und Stahl mit Nickel zu überziehen, wurden von Adams, Becquerel, R. Böttger, Fearn, Gaiffe,

Kayser, Remington 2c. die verschiedensten Vorschläge und die mannigfaltigsten Nickeldoppelsalze als von Chlornickel mit Chlorammonium, Kalium oder Magnesium oder von schwefelsaurem Nickel mit schwefelsaurem Ammonium, Kalium, Natrium, Magnesium oder Aluminium als Bäder für die galvanische Vernickelung vorgeschlagen; das Endresultat war, daß jenes Bad das beste ist, das aus vollkommen neutralem, kein fixes Alkali oder alkalische Erde enthaltendem schwefelsauren Nickelammonium bereitet ist, da sich nur dieses mit der positiven Elektrode aus reinem Nickel fortwährend selbst ersetzt, ohne sauer oder alkalisch zu werden.

Obgleich T. Fearn Metalle gut vernickelte, indem er ein Bad von Nickeloxydul nnd Salmiaklösung und eine Anode von Eisen anwendet, die er mit einer Batterie in Verbindung bringt, so nahm Isaak Adams trotz Widerrede Becquerel's, um Nickel galvanisch niederzuschlagen, vollkommen reines Doppelsalz aus schwefelsaurem oder salzsaurem Nickeloxydul-Ammoniak, und löste es zum Bade auf. Das Nickel scheidet sich in sehr regelmäßigen Schichten ab, bildet eine gleichmäßige Oberfläche und läßt sich mit Polirroth gut poliren.

Die Erfahrung lehrte aber, wie oben erwähnt, daß das genaue Gelingen des Processes, das für die Industrie nur von Bedeutung sein kann, nicht als Hauptерforderniß zum reinen Niederschlage das Fehlen aller Alkalien bedingt, und daß nur dann bei völlig reinem Doppelsalze, und mittelst eines aus Nickel bestehenden positiven Poles gute Niederschläge erfolgen, sondern daß eben ein neutrales Bad das beste sei. Man löst daher nun möglichst kupfer- und arsenfreies Nickel in Schwefelsäure und gießt in die saure Lösung von Ammoniumsulfat, durch welche Mischung fast alles Nickel als reines Nickelammo-

niumsulfat ausfällt, oder auskrystallisirt, und die im Nickel enthaltenen anderen Metalle, Kupfer, Kobalt, aufgelöst bleiben. Wäscht man diese Krystalle, löst sie im kochenden Wasser und neutralisirt man diese Lösung dann mit Ammoniak, so krystallisirt das Doppelsalz.

Auch kann man statt mit Ammoniak zu neutralisiren, die Lösung gleich mit Wasser derart verdünnen, daß sie bei 20 bis 25 Grad concentrirt ist. Beide Bäder ersetzen sich bei einer Elektrode aus reinem Nickel von ziemlich großer Oberfläche stets selbst und erleiden bei monatelangem Gebrauche keine Veränderung. Vorsichten sind weiter keine zu beachten, als stets gleiche Temperatur und keine zu starke Batterie, denn wenn das Bad zu kühl wird, so krystallisirt das Nickelsalz aus.

Um beim galvanischen Vernickeln von Metallen, besonders von Eisen und Stahl, einen fest anhaftenden und biegsamen Nickelüberzug zu erhalten, fügte Keith zu der obigen Salzlösung eine kleine Menge des essig-, citronen- oder am besten weinsauren Salzes von Kali, Natron, Ammoniak, Magnesia oder Thonerde zu. Jenes Salz ist immer das beste, dessen Basis dasselbe Alkali oder dieselbe alkalische Erde ist, die in dem zur Vernickelung angewendeten Doppelsalz vorhanden ist; so ist auf 20 Liter einer wässerigen Lösung von schwefelsaurem Nickeloxydul-Ammoniak von 7° B. etwa 1 Liter einer wässerigen Lösung von neutralem weinsauren Ammoniak von ebenfalls 7° B. oder auf 10 Liter destillirten Wassers 500 Gramm schwefelsaures Nickeloxydul-Ammoniak, 250 Gramm schwefelsaures Ammoniak, 50 Gramm Citronensäure zu nehmen. Läßt man letztere Lösung eine Viertelstunde lang kochen und setzt so lange kleine Stücke von kohlensaurem Ammoniak zu, bis die Lösung neutral

geworden ist, filtrirt sie und läßt sie erkalten, so giebt sie ein vortreffliches Nickelbad. Zu diesem Bade ist ein ziemlich starker Strom erforderlich, doch dürfen sich weder an der Anode noch an der Kathode Gase entwickeln.

Wendet man Zink-Platin-Elemente mit Füllung von Schwefel- und Salpetersäure, und als Anode auch ein Platinblech an, so muß die Restitution des Bades durch Einhängung eines mit Nickeloxydul oder Nickeloxydul-Hydrat gefüllten Leinwandsäckchens geschehen.

Um Eisen und Stahl mit Nickel zu überziehen, wird gewöhnlich das bezügliche Metall vorher mit einer dünnen Kupferschicht überzogen.

Der Nickelüberzug erweist sich als sehr haltbar, härter als das darunter liegende Eisen, und ist gar keiner Oxydation unterworfen, daher ein vorzügliches Schutzmittel gegen Rost für Stahl und andere Metalle, die in feuchter Luft leicht oxydiren, oder oft mit Händen angegriffen werden, oder welche den salzigen Dünsten des Meeres ausgesetzt sind. Deshalb eignet sich Nickel besonders als Ueberzug für andere unedle Metalle, aus welchen Handfeuerwaffen, Maschinenbestandtheile, Schlösser, Schlüssel, Kaminverzierungen, feine Wagebalken, Linsenfassungen, Reflectoren, Mikroskope, Kühlschlangen, Gefäße und Apparate für Chemiker und Photographen verfertigt werden.

Capitel II.

Das Verkupfern.

Um galvanisch zu verkupfern, sind sowohl die erforderlichen Kupfersalze, wie auch die zur Bearbeitung vorliegenden Metalle zu berücksichtigen, in wie weit letztere dem Kupfer gegenüber mehr oder weniger negativ oder positiv elektrisch werden.

Als Kupfersalze wendet man das schwefelsaure Salz, die Chlorverbindung, das salpetersaure, das essigsaure und kohlensaure Salz an.

Das salpetersaure Kupferoxyd verlangt, um zerlegt zu werden, anfangs keinen starken Strom und nach Smée kann man aus einer Auflösung von 500 Gramm dieses Salzes in einem Liter Wasser, das mit 16 Gramm concentrirter Salpetersäure gesäuert ist, sehr schnell einen Niederschlag gewinnen, um so mehr, wenn die positive Elektrode von Kupfer dieselbe Größe wie der Gegenstand hat und beide nur einen Centimeter von einander abstehen.

Von den übrigen löslichen Kupfersalzen ist das schwefelsaure Salz das am meisten verwendete, obwohl es dem Durchgange des Stromes einen bedeutenden Widerstand leistet, den man durch Zusatz von ein wenig Schwefel- oder Salpetersäure etwas heben kann.

Bewährte Verkupferungsflüssigkeiten bereitet man sich folgender Art: 140 Gramm Kupfervitriol werden in 840 Gramm Wasser gelöst und hierzu eine Lösung von 140 bis 200 Gramm Cyankalium in 1 Kilogramm Wasser gefügt; anfangs bildet sich ein Niederschlag von Cyankupfer, der sich jedoch beim Umschütteln der Flüssigkeit wieder auflöst; oder man kann 140 Gramm Cremor tartari in 1 Kilogramm siedendem Wasser lösen und zu der Flüssigkeit so viel Bremerblau (kohlensaures Kupferoxyd) hinzusetzen, bis ein Theil des letzteren ungelöst bleibt, dann macht man die erhaltene dunkelblaue Flüssigkeit durch etwas Potasche alkalisch und verdünnt sie mit vielem Wasser.

Soll der Kupferniederschlag gut sein, so sind verschiedene Bedingungen zu erfüllen, und zwar 1. die Güte und Concentration der Kupfervitriollösung und 2. die

Stärke des elektrischen Stromes. Bezüglich des Kupfervitriols vergl. siebenten Theil.

Bei zu geringer Concentration des Bades bildet sich der Niederschlag nicht compact, sondern pulverförmig, und bei einer zu starken Concentration wird derselbe grobkörnig, krystallinisch und brüchig.

Varrentrapp schreibt daher zur Herstellung einer gehörig concentrirten Lösung vor: man soll 37 Gewichtstheile Kupfervitriol mit 70 Theilen kochendem Wasser übergießen, dann durch ein Flanelltuch filtriren und noch 30 Theile kaltes Wasser nachgießen. Diese Flüssigkeit soll den Vortheil bringen, daß, wenn mit der fortschreitenden Zersetzung des Kupfervitriols mehr freie Schwefelsäure in die Flüssigkeit kommt, dieselbe günstig auf die Beschaffenheit des sich niederschlagenden Kupfers wirkt, indem sie ihm eine größere Geschmeidigkeit verleiht. Jedenfalls wirkt aber die freie Säure auf die bessere Leitungsfähigkeit des Bades.

Henry Bouilhet schreibt folgende Vorschrift vor: Zu je 100 Liter einer bei gewöhnlicher Temperatur angefertigten, concentrirten Lösung von Kupfervitriol setzt man 1 Liter Schwefelsäure. Die Dichtigkeit, welche ursprünglich 24° B. betrug, steigt dadurch auf 26°. Nach einiger Zeit krystallisirt sich aber ein Theil des Kupfervitriols am Boden des Gefäßes wieder aus, und die Dichtigkeit geht auf 24° zurück; tritt dieser Fall ein, dann setzt man ein wenig Salpetersäure zu der Flüssigkeit, etwa $^1/_{10}$ Liter auf 100 Liter, und die Lösung ist nun zum Gebrauche fertig.

Wie sehr die richtige Stärke des elektrischen Stromes von Wichtigkeit ist, haben wir schon früher erwähnt, allgemein giltige Regeln über die Regulirung des Stromes lassen sich

indessen nicht geben, man muß sich eben nach den besonderen Umständen richten.

Gegenstände von Gold, Silber, Platin oder blos mit Graphit überzogen, verkupfert man galvanisch, indem man ein Bad aus einer mehr oder weniger concentrirten Lösung von Kupfervitriol (krystallisirten, schwefelsauren Kupferoxyd) anwendet und diese je nach der Größe des Gegenstandes in einen entsprechenden Apparat giebt. Besteht derselbe aus zwei Flüssigkeiten, so muß das äußere Gefäß den Kupfervitriol, das innere die verdünnte Schwefelsäure (auf 40 Theile Wasser 1 Theil Schwefelsäure) enthalten. Wenn der Gegenstand gut gereinigt ist, schließt man die Leitung und giebt denselben dann in die Kupfervitriollösung.

Enthält der Apparat nur eine Flüssigkeit, so wird Kupfervitriol eingegossen, wodurch sich von der positiven Platte immer so viel auflöst, als auf die negative Platte niedergeschlagen wird. Die nebenstehende (Bunsen-) Batterie kann aus einem oder mehreren Elementen bestehen.

Ein Beweis dafür, daß der hierzu zu verwendende Kupfervitriol, der sehr oft mit Eisen- und Zinkvitriol gemischt ist und dadurch eine matte, schmutzig grünblaue Farbe hat, ein ganz reines ist, erkennt man nicht daran, daß es eine schöne lasurblaue Farbe hat und schöne Krystalle bildet, sondern daß es ohne Rückstand in Ammoniak sich auflöst.

Hat man mit Graphit überzogene Gegenstände zu verkupfern, so ist nach Smée eine Auflösung von 500 Gramm schwefelsaurem Salz in 2 Kilogramm Wasser, das ein Drittel oder die Hälfte des Volumens sehr verdünnte Schwefelsäure enthält, ein sehr gutes Bad.

Gegenstände von Zink, Zinn, Blei, Eisen und Stahl werden galvanisch verkupfert, indem man eine

Lösung von Cyankupferkalium nimmt, und zwar mischt man 2 Theile Kupfervitriol und 5 Theile Cyankalium, nachdem man diese Menge jedes für sich zuerst in Wasser gelöst hat, dessen Menge 3—4fach größer ist.

Eine taugliche Zersetzungsflüssigkeit ist auch eine Auflösung von Kupferoxydul in Cyankalium. Man erhitzt nämlich eine Kupfervitriollösung mit etwas Kali und Krümmelzucker, bis sich ein rother Absatz von rothem Kupferoxydul gebildet hat, den man auf einem Filter mit destillirtem Wasser auswäscht und in einer Cyankaliumlösung löst.

Als Apparat ist ein zusammengesetzter erforderlich, in welchem die positive mit dem Kupferpol verbundene Polplatte ein Kupferblech ist. Nachdem der Gegenstand gut gereinigt, wird er in den Apparat gegeben und dann anfangs mit einem sehr kräftigen Strom in Verbindung gebracht, daher eine Bunsen'sche oder Grove'sche Batterie erfordert wird, außerdem muß das Metallbad bis auf 90° erhitzt werden. Hat sich ein dünner Kupferüberzug gebildet, so kann der Gegenstand dann in eine Lösung von Kupfervitriol gebracht und auf die früher angegebene Weise behandelt werden. Eine Kupfervitriollösung kann aus dem Grunde nicht gleich genommen werden, da die Kupfervitriollösung diese Metalle angreift und die Reinheit der Fläche dadurch verloren geht, wodurch die Haltbarkeit des metallischen Ueberzuges schwindet, der Ueberzug bröckelig wird und sich leicht abscheuern läßt.

Um vorzüglich auf Stahl den Kupferüberzug fest haltend zu machen, der sich nur zu leicht ablöst, taucht man nach Debordeaux den Stahlgegenstand in ein schwaches Bad von 1 Gramm salpetersaurem Silberoxyd, 60 Gramm salpetersaurem Quecksilberoxyd, 60 Gramm destil-

lirtem Wasser und 4 Gramm Salpetersäure. Der Gegenstand wird hierdurch mit einem schwarzen, pulverförmigen Ueberzuge bedeckt, den man leicht mittelst eines in Kalilösung getauchten Leinwandläppchens wegreibt. (?! D. V.)

Fr. Weyl empfiehlt als vorzügliche Lösung, um Gußeisen, Stabeisen, Stahl und andere Metalle mit Kupfer zu überziehen, folgende Mischung: auf 10 Liter Wasser 350 Gramm krystallisirtes, schwefelsaures Kupferoxyd, 1500 Gramm krystallisirtes Seignettesalz (weinsaures Natron-Kali) und 800 Gramm Aetznatron, welches 50 bis 60 Percent freies Natron enthält. Da 350 Gramm krystallisirtes schwefelsaures Kupferoxyd 422 Gramm Weinsäure erfordern, wenn auf 1 Aequivalent Kupferoxyd 1 Aequivalent Weinsäure kommen soll, und 1500 Gramm Seignettesalz, 824 Gramm Weinsäure mit 2 Aequivalent Wasser enthalten, so kommen im im obigen Bade vortreffliche Resultate zu Stande, und zwar nahezu 2 Aequivalent Weinsäure auf 1 Aequivalent Kupferoxyd.

Sobald nun in dieses Bad metallisches Zink gegeben wird, überzieht sich das Eisen 2c. mit einer Kupferschicht, nachdem es früher behufs der Reinigung von Rost 5 bis 10 Minuten in verdünnter Salzsäure von 2 Percent abgebeizt, in reinem Wasser abgespült, dann in alkalisches Wasser getaucht, mit der Kratzbürste etwa 1/4 Stunde lang gerieben, mehrmals im Wasser abgespült und, um auch jede Spur von Säure zu entfernen, noch 1/2 Stunde im Wasserbade erhalten wurde.

Als Gefäße für das Kupferbad dienen besonders gute Steingefäße oder Gefäße aus Porzellan; für größere Gegenstände hat man Kufen aus Holz mit Guttapercha gefüttert oder aus emaillirtem Gußeisen. Die Gegenstände

hängt man dann mittelst Kupferdrähte in das Bad; diese Drähte bieten nur kleine Berührungsflächen zwischen Eisen und Zink, dann hängt der Gegenstand von allen Seiten frei, kann sich somit überall gleich verkupfern, es bildet sich wenig Kupferoxyd und wird dadurch Metall erspart, was bei den eingehängten Kupferblechen Alles nicht der Fall ist.

Je nach der Verkupferung werden nach 3, 12, 24 und mehreren Stunden die Gegenstände herausgenommen, mit Wasser abgespült, mit der Kratzbürste behandelt, in lauwarmen Sägespänen getrocknet und in den Trocknenschrank von 50° Wärme gelegt.

Die Vortheile, welche diese Art des Kupferniederschlages auf Guß- und Schmiedeeisen, sowie auf Stahl rc. bieten, sind:

1. Die feste Adhärenz auf dieselben ohne Zwischenschicht.
2. Die Billigkeit und Schnelligkeit der Ausführung.
3. Die getreue Reproduction aller Theile des zu verkupfernden, metallenen Gegenstandes.
4. Die Schönheit und Reinheit der Farbentöne.
5. Die Unschädlichkeit und Unveränderlichkeit des Bades.
6. Die leichte Art und Weise, Ausbesserungen vornehmen zu können.
7. Enthält die Verkupferungsflüssigkeit zwei- bis dreimal so viel Kupfer, als zur gewöhnlichen Verkupferung nöthig ist, so bronzirt sie.
8. Bei symmetrischer Berührung mit dem Zinkdraht können folgende Farben erzielt werden: Orange, Silberweiß, Hellgelb, Goldgelb, Carmoisin, Grün, Braun und Dunkelbraun.

Das Weyl'sche Verfahren ist in mancher Beziehung dem Oudry'schen und Elkington'schen vorzuziehen, wohl

können durch die Länge der Zeit die Verkupferung der Gegenstände nur mit einer dünnen Schichte Kupfer von $^1/_{10}$ bis $^2/_{10}$ Millimeter Dicke überzogen werden, welche aber genügt, um selbst Eisengegenstände im Freien gegen das Rosten zu schützen; will man sie aber stärker verkupfern, so giebt man sie durch 12 bis 24 Stunden in ein gewöhnliches Bad von schwefelsaurem Kupferoxyd.

Um Guß- und Schmiedeisen, sowie Stahl zu verkupfern, wird der Gegenstand einige Minuten in kochender Kalilauge, die aus 1 Theil Aetzkali und 10 Theilen Wasser besteht, getaucht, dann in Wasser abgespült und in einem Bade aus 1 Theil Schwefelsäure und 20 Theilen Wasser abgebeizt, nach welcher Operation der Gegenstand in das galvanoplastische Bad gebracht wird. Ist der Gegenstand durch anfangs schwachen und dann immer verstärkten Strom verkupfert, wird er abgespült in heißes Sägemehl von Mahagoniholz einige Stunden gelegt und getrocknet; diese letzte Operation muß vorzüglich genau beim Gußeisen ausgeübt werden.

Für sehr schwaches Verkupfern von Eisen genügt auch ein einfaches Eintauchen in eine Lösung von 1 Theil Kupfervitriol von 18° B., gemischt mit 4 Theilen Wasser und $^1/_6$ Theil englische Schwefelsäure. In dieser Mischung genügt ein Eintauchen des eisernen Gegenstandes. Wenn die Flüssigkeit dünner ist, so gelingt dies wohl auch, jedoch muß der Gegenstand zwei- bis dreimal in die Flüssigkeit getaucht werden.

In der Neuzeit hat man die Verkupferung allein weniger angewendet, man „vermessingt" mehr, aber dafür auch galvanische Kupferniederschläge, als Reproductionen, bedeutend cultivirt, beide Arten verlangen verschiedene Bäder, das eine muß sauer, das andere alkalisch sein.

Wir besprechen hier nur das „Verkupfern“ und geben mit Hinweis auf alle bereits besprochenen Vorarbeiten (Decapiren 2c.) diejenigen Vorschriften, welche gang und gäbe sind.

Ich ziehe das kohlensaure, kupferoxydhydrathaltige Kupferoxyd, reines Bergblau, dem schwefel- und essigsauren Salze vor, und ist dies auch der Fall seitens der Mehrzahl der Praktiker, welche die letzteren Kupfersalze zersetzen durch Behandlung mit Soda, d. i. kohlensaures Natron. Indeß muß dies rationeller geschehen, wie es der Fall, man soll die nebensächlichen Natronsalze entfernen, was durch fleißiges Auswaschen des Kupferniederschlages geschieht.

Auf 1 Kilo Kupfervitriol, gelöst in

5 Liter heißem Wasser, nehme man etwa

200 Gramm calcinirte Soda, welche nach und nach unter beständigem Umrühren hineingestreut wird. Es entsteht ein Aufbrausen, weshalb vorsichtig zu arbeiten ist. Dann lasse einige Zeit absetzen, nehme etwas der klaren Flüssigkeit in ein Gläschen und prüfe, ob durch Zusatz einer kleinen Menge Soda nochmals ein Niederschlag entsteht, wodurch bewiesen, daß noch nicht alles Kupfer gefällt worden. Geschieht dies — muß man das Ganze nochmals mit Soda behandeln, andernfalls läßt man über Nacht absetzen, gießt vom blaugrünen Bodensatze ab und gießt wiederum heißes Wasser darauf, d. h. man wäscht das Kupfer aus und wiederholt dies drei- bis viermal. Dann, wenn zuletzt abgegossen, der Niederschlag ziemlich trocken, übergießt man ihn mit einer starken Cyankaliumlösung allmählich, bis alles Salz gelöst ist, wobei ein geringer Ueberschuß an Cyankalium nicht schadet. Dann verdünnt man mit reinem Wasser so weit, daß die Flüssigkeit 6 bis 8° am Baumé'schen Aërometer zeigt, oder etwa 20 bis 30 Liter Wasser. Dies ist entschieden die einfachste Vorschrift und giebt sehr gute Resultate.

Aehnlich ist die folgende:

12 Pfund Kupfervitriol,
25 „ kohlensaures Ammoniak,
20 „ Cyankalium (nach Qualität weniger),
300 Liter Wasser,

zusammen erwärmt, bis die Lösung ganz klar und weingelb ist. Das Cyankalium gebe man zuletzt zu und beobachte, ob vollkommene Lösung eingetreten.

Wenn nach einigen Autoren doppeltschwefligsaures Natron zu dem Cyankalium empfohlen wird, so fehlt mir der Grund hierfür, denn alle Schwefelungssalze vermeide ich gern in den Bädern, und als Lösungsmittel genügt das erst genannte.

Ueber die Concentration dieses Kupferbades muß man sich selber klar werden, denn wenn ein frisches durchgekochtes Bad bei mäßiger Stromstärke schlecht arbeitet, so kann es nur an zu kleiner Anode, hier Kupferblech, oder Armuth des Bades liegen, und fügt man dann eine Portion Kupfersalz hinzu. Ist zu wenig Cyankalium im Bade, so arbeitet es ebenfalls langsam, und die Anode überzieht sich mit grünem Schlamm von basischem Salz, auch ist das Bad nicht weingelb, sondern braun oder blau. Um jederzeit Kupfersalz zum Nachhelfen zu haben, hält man sich eine gesättigte Lösung desselben in Cyankalium vorräthig.

Alle Gegenstände, welche verkupfert werden sollen, müssen öfter aus dem Bade genommen und mit der Kratzbürste und Weinsteinpulver abgescheuert werden, wodurch ein fester reiner Niederschlag erhalten wird. Die weitere Behandlung der fertigen Waare ist die beim „Nickel“ angegebene, und fällt das Nachputzen mit Wienerkalk weg.

Dem Verkupfern am nächsten steht das „Vermessingen“, von welchem nun die Rede sein soll.

Capitel III.

Galvanoplastisches Ueberziehen mit Messing, Vermessingen.

Messing wird auf verschiedene Weise galvanoplastisch niedergeschlagen, nachdem die Schwierigkeit überwunden, zwei verschiedene Metalle, ohne daß die Lösungen derselben sich gegenseitig zersetzen, zu gleicher Zeit reproduciren zu können.

Um ein solches Messingbad zu erzielen, bringt man nach Jacobi und Walker eine concentrirte Lösung von Cyankalium in einen zusammengesetzten Apparat und verbindet ein Kupferblech als positive Polplatte mit einer Batterie von zwei Daniel'schen Elementen, während mit dem negativen (Zink-) Pole ein Blech von irgend einem anderen Metall als Probeplatte verbunden wird. Vermittelst des Stromes erzeugt sich zuerst Cyankupfer, das sich als Kupfer metallisch auf der Probeplatte niederschlägt; sobald das geschieht, entfernt man die Kupferplatte und setzt an ihre Stelle ein Zinkblech als positive Elektrode in die Flüssigkeit; sobald man auf der Probeplatte einen messinggelben Niederschlag erblickt, vertauscht man das Zinkblech mit einer Messingplatte, entfernt die Probeplatte und giebt statt ihr den Gegenstand hinein, der sich nun mit Messing überzieht.

Giebt man zu der Messingplatte noch ein Kupferblech hinzu und verbindet dasselbe ebenfalls mit dem positiven Pol, so erhält der Niederschlag eine tombakbraune Farbe.

Nach Elsner kann man Metalle mit Messing überziehen, wenn man zu einer Mischung, bestehend aus: einer Lösung von 2 Theilen Kupfervitriol und 1 Theil Regenwasser und einer Lösung von 2 Theilen Zinkvitriol und 1 Theil Regenwasser, hinzufügt 4 Theile

in wenig Wasser gelöstes Cyankalium, welches den anfänglich entstehenden braunen Niederschlag wieder auflöst; ist dies geschehen, setzt man noch etwas Aetzkali in Wasser gelöst hinzu. Man benützt hierzu eine Messingplatte als positive Polplatte und als Zersetzungsapparate Daniel'sche Elemente bei gewöhnlicher Temperatur.

Mit diesem Metallbade kann man Guß- und Stabeisen, ja auch Zink, galvanoplastisch mit Messing überziehen. Bedeckt sich die Messingplatte während der Operation mit einem zarten, pulverförmigen, schwarzen Niederschlage, so muß die Platte herausgenommen, mit Sand gut abgerieben und von dem abgelegten Kohleneisen befreit werden. Erscheint an dem zu galvanisirenden Gegenstande eine graue statt der gelben Messingfärbung, so ist der galvanische Strom zu stark, und man muß entweder letzteren schwächen oder die Gegenstände von der Messingplatte weiter entfernen, oder letztere weniger tief in die Flüssigkeit tauchen.

Zum Ueberziehen mit Messing auf galvanischem Wege findet auch folgende Lösung Anwendung: Man löst 1 Kilogramm Potasche, 90 Gramm Grünspan, der früher in 600 Gramm Ammoniak-Flüssigkeit aufgelöst worden ist, dann 140 bis 200 Gramm Zinkvitriol und 70 bis 100 Gramm Cyankalium in 25 Liter Wasser.

Nach Heeren löst man: 1 Theil Kupfervitriol in 4 Theilen heißen Wassers, 8 Theile Zinkvitriol in 16 Theilen Wasser und 18 Theile Cyankalium in 36 Theilen Wasser; den durch die Mischung dieser Flüssigkeit entstandenen Niederschlag löse man durch Zusatz von Cyankalium und verdünne die Mischung mit 250 Theilen destillirten Wassers. Dies Bad bedarf einer Bunsen'schen Batterie mit starker Salpetersäure

und verdünnter Schwefelsäure (1 Theil Schwefelsäure auf 10 Theile Wasser).

Das Bad, in welchem eine Messingplatte als positive Polplatte angebracht wird, muß stark erhitzt werden. Eben dieses Erhitzen ist für große Gegenstände ein Hinderniß, diese Methode anzuwenden, so wie eben die dabei stattfindenden lästigen Salpetersäure-Dämpfe aus der Batterie für die Gesundheit schädlich sind und auch die an dem zu galvanisirenden Gegenstande entstehenden Bläschen von Wasserstoffgas nicht zum Vortheil gereichen.

In dem Vorstehenden haben wir alles in der ersten Auflage dieses Werkes Gesagte wiedergegeben und wollen nur diejenigen Vorschriften mittheilen, welche in der Neuzeit zur Geltung gelangt sind und in sehr vielen großen Werkstätten benutzt werden.

Da es sich darum handelt, Kupfer und Zink, die beiden Bestandtheile des Messings, auf eine Metallfläche zu übertragen, so muß man in erster Linie das quantitative Verhältniß der beiden Metalle in ihren entsprechenden Metallsalzen genau bemessen, da es ja einleuchtet, daß die vorzügliche Messingfarbe nur dann erreicht werden kann. Aber, wie ich später zeigen werde, ist die Wahl und Größe der hierbei erforderlichen Anoden von nicht minder großer Wichtigkeit. Im Uebrigen habe gefunden, daß das „Messingen" leicht, sicher und mit zahlreichen Nuancen geschehen kann.

So giebt jedes gute Kupferbad mit einer Zinkanode, an Stelle von Kupfer angewendet, ein Messingbad von beliebiger Färbung, wie auch jedes fertige Messingbad nach der Art und dem Vorherrschen der Anode hellgelb bis rothgelb färben kann. Wendet man, wie ich dies ebenfalls gethan, zur Grundirung oder zum letzten Ausfärben auch ein Kupferbad an, so ist man im Stande, die vermessingten Gegenstände

prachtvoll rothgoldähnlich zu färben. Ein gewandter Galvaniseur kann wahrhaft prächtige Effecte erzielen.

Ein häufig benütztes Messingbad ist das folgende:

1/2 Kilo Kupfervitriol,
1/2 „ Zinkvitriol, gelöst in
10 Liter Wasser, werden durch Sodalösung vollkommen ausgefällt, d. h. so lange damit versetzt, bis kein Niederschlag mehr entsteht, dann absetzen lassen, die klare Flüssigkeit abgießen und, wie Seite 36 angegeben, wiederholt ausgewaschen; dann gut decantirt, d. h. alles überstehende Wasser abgegossen und den ziemlich trockenen Niederschlag in gesättigter Cyankaliumlösung gelöst unter Zugabe von 1/2 Kilo doppelt schwefligsaurem Natron, gelöst in 8 bis 10 Liter Wasser.

Anstatt sich die kohlensauren Salze von Kupfer und Nickel selbst zu machen, nehme man:

125 Gramm kohlensaures Kupferoxyd (Bergblau),
125 „ „ Zinkoxyd,
250 „ saures schwefligsaures Natron,
nahezu eben so viel Cyankalium, gelöst in
10 Liter Wasser und der klaren Lösung etwas
arsenige Säure (2 bis 3 Gramm) zugesetzt.

Diesen Zusatz schreibe ich gewissen Angaben nach, ohne indeß von den Vorzügen desselben überzeugt zu sein, und glaube Dasselbe und Besseres erreichen zu können durch die Regulirung der Anoden, Kupfer und Zink, je nach der beabsichtigten Farbenuance, wobei selbstredend Messingblech, was von vielen als Anode beliebt wird, nicht angewendet wird.

Eine Lösung von:

250 Gramm doppelt schwefligsaurem Natron,
300 „ Cyankalium,
300 „ Soda,
125 „ Grünspan,
90 „ Chlorzink und
8 bis 10 Liter Wasser

ist mir als drittes gutes Messingbad bekannt.

Nun darf man nicht vergessen, daß alle neuen Messingbäder ganz ungenügende Resultate geben und daher entweder tüchtig durchgekocht oder vorweg mit werthlosen Objecten überbürdet werden müssen, um sie gleichsam leistungsfähig zu machen.

Um ein äußeres Kennzeichen für ein „gesundes" Messingbad, wie ich es nenne, zu geben, so bemerke, daß seine Farbe weder blau noch grün sein, vielmehr helle Bierfarbe besitzen muß, und ist dies nicht der Fall, so hat man so lange Cyan zuzusetzen, bis diese hellere Farbe sich zeigt. Aber auch metallarm kann es sein, in welchem Falle der Niederschlag mißfarben und langsam erfolgt, und dann hilft man durch Zusatz von gleichen Theilen kohlensauren Kupfers und Zinks in möglichst concentrirter Cyankaliumlösuug entsprechend nach.

Alle gut zu vermessingenden Sachen müssen jeweilig aus dem Bade herausgenommen und mit der Bürste und Weinstein tüchtig abgeputzt werden, so lange, bis entweder eine schöne reine Messingfarbe oder das ursprüngliche Metall zum Vorschein kommt. Gut in Wasser gespült, kommen die Sachen sofort wieder in's Bad. Dies wiederholt man bei starker Vermessingung mehrmals, bis der gewünschte Erfolg erreicht ist.

Kaum der Bemerkung dürfte es werth sein, daß auch die Stromstärke für das Messingbad angemessen zu reguliren ist, indeß darf nicht vergessen werden, daß Kupfer leicht, Zink schwer, also nur mittelst starken Stromes niedergeschlagen wird. Man ist daher gezwungen, sich den richtigen Grad durch eigene Erfahrung, je nach den vorhandenen Objecten, zu ermitteln, was jedoch ohne Schwierigkeit und bald zu erreichen ist.

Kurz erwähnt, weil wenig praktisch benutzt, sei jetzt:

Capitel IV.

Das Ueberziehen mit Bronze.

Nach Prof. Fehling bereitet man sich ein Bronzirungsbad aus Kupfervitriol, Zinn, Cyankalium, Königswasser und Aetzkalilösung.

Dergleichen Bäder sind eine Lösung aus: 10 Theilen kohlensauren Kalis, 2 Theilen Kupferchlorid, 1 Theil Zinnsalz, 1 Theil Cyankalium in 100 Theilen Wasser aufgelöst. Oder man setzt zu einer Lösung von: 32 Theilen Kupfervitriol in 500 Theilen Wasser 64 Theile Cyankalium und mischt nach erfolgter klarer Lösung 4 bis 5 Theile in Kalilauge gelöstes Zinnchlorid bei.

Nach Elsner löst man: 70 Gramm Kupfervitriol in 1 Liter Wasser auf und setzt eine Lösung von 8 Gramm Zinnchlorid in Aetzkalilauge hinzu. Nimmt man als positive Polplatte ein Blech aus echter Bronze, so bronziren sich Gegenstände bei gewöhnlicher Temperatur galvanoplastisch sehr gut, so lange das Metallbad frisch ist, andernfalls werden dieselben nur verkupfert.

Werden solche Gegenstände nach dem galvanoplastischen Ueberzuge polirt, so gleichen sie ganz echten Bronzegegenständen, ja erhalten sogar nach einiger Zeit einen bläulich grünen Anflug, die „Patina antiqua."

Fr. Weyl gelang es, verkupferte Gegenstände durch bloßes Eintauchen mit und ohne Einwirkung von Zink und bei gewöhnlicher Temperatur in den bei der Verkupferung schon genannten Bädern, die basisch weinsaures Kupfersalz oder andere Kupfersalze, sowie Seignettesalz und Natron in anderen als den zum Verkupfern angegebenen Verhältnissen enthalten, zu bronziren und durch galvanisch nieder-

geschlagenes reines Kupfer mit Berührung von Zink Bronze-Farben in verschiedenen Nuancen zu erzeugen.

Um Eisen zu bronziren, gab Weyl seiner Kupferlösung ein Zinnoxydsalz, z. B. Zinnchlorid oder zinnsaures Natron nebst noch einer geringen Menge Natron hinzu und konnte auf diese Weise bei gewöhnlicher Temperatur Schmiede- und Gußeisen bronziren, ohne diese Metalle früher zu verkupfern oder zu vermessingen. Solches bronzirtes Eisen hat nicht nur eine schöne Bronze-Nuance, sondern auch eine große Dauerhaftigkeit.

Aehnliche Erfolge erzielte Maistraße durch starkes Erhitzen von nach seiner Art und Weise verzinnten Kupfergegenständen (siehe Verzinnen, Seite 183) und erzeugte nicht nur eine wahre Bronze, sondern brachte durch Abänderung der Stärke der abzulagernden Zinndecke oder der Temperatur, bis zu welcher die verzinnten Stücke erhitzt wurden, verschiedenartige Bronzen zu Wege.

Capitel V.

Die galvanische Versilberung.

§. 1. Das Versilbern an sich.

Die Versilberung, d. h. die Bekleidung unedler Metalle mit Silber, um dieselben in jeder Hinsicht dem edlen Metalle ähnlich zu machen, wird gegenwärtig in einem ganz außerordentlichen Maßstabe betrieben und ist industriell und commerciell jedenfalls die bedeutendste Anwendung, welche die Galvanoplastik bis jetzt erfahren hat.

Bezüglich der galvanischen Versilberung ist derselbe zusammengesetzte Apparat wie bei der vorstehenden (Bunsen'sche Batterie) zu verwenden, nur das Metallbad ist ein anderes, auch weil das Silber sich schwerer niederschlägt, kann kein einfacher Apparat angewendet werden, und die Batterie darf

keine schwache sein. Als Silberbad wendet man das salpetersaure, schwefelsaure, essigsaure, hydrothionsaure Salz und die Ammoniakauflösung an. Am gewöhnlichsten nimmt man die Doppelcyanverbindung oder eine Lösung von Silbercyankalium, d. i. eine Mischung von salpetersaurem Silberoxyd in Wasser mit einer Lösung von Cyankalium.

Am wenigsten eignet sich das salpetersaure Silberoxyd, wenn nicht der Strom sehr schwach ist. Als positive Elektrode kann man nur Platin oder Silber anwenden, welches letztere die Auflösung bei demselben Grade der Sättigung erhält. Die negative Elektrode kann von Gold, Platin, Kohle, Silber oder einem anderen leitenden Metalle sein.

Bei Metallen, welche mehr Affinität zum Sauerstoff als zum Silber haben, wird das schwefelsaure Silberoxyd mit Vortheil angewendet. Ist es Kupfer, so ist ein schwacher Strom nöthig. Sehr gut ist es, wenn man vorher die Oberfläche mit spanischer Kreide und wiederholt während der Dauer der Operation reibt, um die pulverigen Silbertheilchen zu entfernen, welche die Entwickelung des Wasserstoffes erleichtern, der vor Allem verhindert werden muß.

Mit Vortheil kann das essigsaure Silberoxyd angewendet werden.

Am wenigsten eignet sich die ammoniakalische Silberauflösung, da durch das Knallsilber zu leicht ein Unglück entstehen kann.

Nach Elsner löst man 18 Gramm Höllenstein (salpetersaures Silberoxyd) in einem halben bis 1 Liter Regenwasser auf und fügt eine in wenig kaltem Wasser bereitete Auflösung von 30 bis 35 Gramm Cyankalium hinzu, und das so lange, bis der zuerst entstandene weiße Niederschlag (Cyansilber) sich völlig gelöst hat. Hat sich dieser gelöst, so hört man mit dem Zugießen auf, filtrirt die Lösung, die

ganz klar wird, und benützt sie sogleich zum Bade oder bewahrt sie gut auf.

Will man keinen Höllenstein kaufen, so löst man das Silber, wie man es hat, in Salpetersäure auf, wobei man sich jedoch vor zu vieler Säure hüten muß, verdünnt die Auflösung mit Wasser und fügt so lange Kochsalz, d. i. Chlornatrium, hinzu, bis sich kein Niederschlag mehr bildet; dieser Niederschlag ist Chlorsilber, da sich das Chlor des Kochsalzes mit dem Silber vereinigt. Man wäscht dieses gut aus, löst es in einer Cyankaliumlösung und filtrirt dann die Lösung; das in der Salpetersäure bei dem Ausfällen des Silbers aufgelöst bleibende Kupfer wird weggeschüttet.

Hat man chemisch reines Silber, so löst man dies in Salpetersäure auf, verdampft die überschüssige Säure und setzt dieser klaren Flüssigkeit so lange Chlornatrium zu, bis sich kein weißer Niederschlag mehr bildet, welcher dann durch Filtration von der Flüssigkeit geschieden, gut ausgewaschen und in einer Auflösung von Cyankalium gelöst wird. Beide Lösungen sind in gut verschlossenen Gefäßen, und zwar letztere in schwarzem Glase an dunklen Orten aufzubewahren. Eine andere Lösung zum Versilbern stellt man dar, indem man gut ausgewaschenes, frisch gefälltes Clorsilber in Cyankaliumlösung, und zwar 100 Gramm Cyankalium auf 1 Liter Wasser, einträgt, so viel sich darin aufzulösen vermag, und zu dieser Lösung eine gleiche Menge von der Cyankaliumlösung setzt.

Eine andere Lösung besteht aus: 1 Theil Cyansilber in 100 Theilen Wasser.

Die Versilberungsflüssigkeit wird gewöhnlich durch Auflösen von frisch gefälltem Chlorsilber in einer Cyankaliumlösung erhalten. Man löst frisch gefälltes Chlorsilber in der erforderlichen Menge Ammoniak

und setzt hinzu: auf $17^1/_2$ Gramm Silber im Chlorsilber $87^1/_2$ Gramm Cyankalium, $87^1/_2$ Gramm krystallisirte Soda, 35 Gramm Kochsalz und $2^1/_2$ Liter Wasser, kocht diese Lösung einige Minuten und filtrirt sie. *)

Eine zweite Silberflüssigkeit erhält man, indem man ein Gemenge von 1 Theil Chlorsilber, 5 Theilen Potasche oder calcinirter Soda und 2 Theilen Kochsalz mit 50 Theilen Wasser übergießt, ferner 5 Theile Ammoniak (Salmiakgeist) hinzufügt, die Flüssigkeit unter Ersetzung des verdampfenden Wassers eine Stunde lang kocht, vom ausgeschiedenen Eisenoxyde abfiltrirt und die blaßgelbe Flüssigkeit vor Zutritt der Luft schützt. (?)

Bei Eisendraht und Stahl eignet sich besonders folgende Silberflüssigkeit: $52^1/_2$ Gramm salpetersaures Silberoxyd wird durch Kochsalz in Chlorsilber verwandelt, dieses ausgewaschen und in 175 Gramm Cyankalium gelöst, das in 4 Litern destillirtem Wasser gelöst ist; zu dieser Lösung setzt man 135 Gramm krystallisirtes kohlensaures Natron und 70 Gramm Kochsalz (letzteres erscheint überflüssig).

Die einfachste galvanische Versilberung ist jene, daß man wie bei der galvanischen Verkupferung statt eines Kupferbleches ein Silberblech mit dem positiven (Kupfer-) Pole in Verbindung bringt und wie bei der Verkupferung verfährt.

Man kann, wie bei der Verkupferung, glänzend und matt versilbern. Im Allgemeinen erscheint der Gegenstand matt versilbert; um denselben glänzend zu machen, wendete Elkington Schwefelkohlenstoff an, indem er einige Tropfen dem Silberbade hinzufügte, und erreichte sehr schöne Resultate. Glänzend werden natürlich die Gegenstände, wenn

*) Vergleiche weiter unten.

sie stark versilbert und dann polirt oder mit Weinstein abgebürstet werden. (Ist unsicher.)

Man kann auch massive galvanische Niederschläge in Silber machen, doch stellt sich dem die Schwierigkeit entgegen, daß das Silber sich aus seiner Cyankaliumlösung auf Graphit schlecht ausscheidet; um dies zu hindern, ist es nöthig, entweder nur einen dünnen galvanischen Ueberzug von Kupfer zu bilden, den man später wieder ablöst, oder die Form durch Abscheidung von Schwefelsilber leitend zu machen.

Ein gutes Mittel, um den Silberüberzug besser haftbar zu machen, ist: man tauche den gut decapirten Gegenstand vor dem Einhängen in das Bad kurze Zeit in eine Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul.

Hat man Gegenstände zu lange dem Silberbade ausgesetzt, so werden die Gegenstände grau; ist dieses der Fall, so bürstet man sie mit Weinstein ab, spült sie im Wasser aus und legt sie kurze Zeit wieder in das Bad.

Eine mißliche Sache ist es, wenn die galvanisch versilberten Gegenstände einen gelblichen Schein nach Herausnahme aus dem Bade haben, denn dieser wird in der Luft immer stärker. Elsner trägt auf solche Gegenstände einen dicken, von verkohltem Weinstein in Wasser angemachten Brei auf und erwärmt die Gegenstände so lange am Feuer, bis der Brei völlig trocken ist, worauf sie in heißes, mit etwas Weinstein oder verdünnter Schwefelsäure angesäuertes Wasser eingetaucht, abgewaschen und in feinen Sägespänen getrocknet werden. Den verkohlten Weinstein erzeugt man sich, indem man ihn pulverisirt und in einem hessischen, mit einem Deckel verschlossenen Tiegel zwischen glühenden Kohlen so lange erhitzt, als noch Dämpfe entweichen.

Mourey schlägt hierfür folgendes Verfahren vor: Man löst Borax in heißem Wasser so, daß ein klarer Brei

entsteht, in welchen man die abgewaschenen und getrockneten Gegenstände eintaucht, dann die Gegenstände über freiem Feuer so lange erhitzt, bis der Borax strohgelb oder kirschroth geworden ist. Nach dem Erkalten taucht man sie in verdünnte Schwefelsäure, wäscht sie ab und trocknet sie in Sägespänen.

Die bedeutende Vervollkommnung der Eisengießkunst hat das Gußeisen selbst zu einem Materiale zur Erzeugung von Schmuck- und Toilette-Gegenständen gemacht, und es könnte in dieser Beziehung Bronze und andere Metallcompositionen vollkommen ersetzen, wenn es nur eine schönere Farbe hätte und nicht so sehr dem Rosten ausgesetzt wäre. Man suchte zwar diese nachtheiligen Eigenschaften dadurch zu umgehen, daß man die aus Gußeisen verfertigten Bijouterien schwarz färbt; allein dadurch erhalten sie zu sehr das Ansehen der Trauer, deshalb suchte man sie zu versilbern.

Eisen, Stahl und Gußeisen, wenn sie galvanisch versilbert werden sollen, müssen zuerst mittelst Cyankupferkalium verkupfert werden, und dann werden sie erst wie Neusilber, Platin, Kupfer und dessen Legirungen als Messing, Bronze, Tombak ꝛc. versilbert.

Böttger versilbert Gußeisen auf folgende Art: Er löst in der Siedehitze 17½ Gramm Höllenstein in 280 Gramm destillirten Wassers, setzt dazu 35 Gramm Cyankalium und verdünnt nach erfolgter Lösung das ganze durch 840 Gramm Wasser, dem er zuvor 17½ Gramm Kochsalz zusetzte. Das zu versilbernde oxydfreie Gußeisen muß unmittelbar vor dem Versilbern mit Salpetersäure von 1·2 specifischem Gewichte schwach geätzt werden. Bei einer Batterie von zwei bis drei mäßig starken Elementen kann leicht eine dauerhafte Versilberung auf Gußeisen erzielt werden.

Um Eisengegenstände schön zu versilbern, wendet Jewreinoff ein anderes Verfahren an; er bereitete sich

eine Flüssigkeit zum Versilbern dadurch, daß er 8 Gewichtstheile vollkommen wasserfreies feingepulvertes Cyankalium mit 3 Gewichtstheilen möglichst reiner und vollkommen trockener Pottasche vermengte. Das Gemisch wird in einem Schmelztiegel bei schwacher Rothglühhitze so lange geschmolzen, bis die Masse aufgehört hat, stark aufzubrausen und fast ruhig fließt. Nun wird die flüssige Masse vorsichtig in einen aus Eisenblech gefertigten Kessel gegossen, wobei das beim Schmelzen ausgeschiedene Eisen am Boden und an den Wänden des Tiegels zurückbleibt. Wichtig ist das Erkennen des Augenblickes des gehörigen Schmelzens, den man durch Einsenken eines Glasrohres in die geschmolzene Masse erfährt, denn ist die Schmelzung gehörig eingetreten, so muß die Glasröhre nach dem Erkalten an ihrem Ende mit einer fast durchsichtigen Salzmasse bedeckt sein. Dieses fast völlig weiße Salz, das aus Cyankalium und cyansaurem Kali besteht, wird trocken in gut verstopften Gefäßen aufbewahrt. Zu diesem weißen Salze wird nun, wenn man versilbern will, reines Chlorsilber in noch feuchtem Zustande gethan, Alles mit Wasser übergossen und bei der gewöhnlichenn Lufttemperatur stark und anhaltend geschüttelt. Das Chlorsilber muß im Ueberschuß gegen das Cyansalz genommen werden. Fände sich nach einiger Zeit einiges Chlorsilber unaufgelöst am Boden des Gefäßes, so setzt man der Flüssigkeit noch einige Stücke Cyankalium zu, muß aber stets bedacht sein, so viel wie möglich immer noch einen kleinen Theil unaufgelösten Chlorsilbers auf dem Boden des Gefäßes vorräthig zu behalten, weil, wenn die Flüssigkeit zu viel freies Cyankalium enthält, zu leicht eine Zersetzung derselben erfolgt und die Versilberung schlecht ausfällt. Zuletzt wird die Flüssigkeit filtrirt und erscheint fast wasserhell. Die Versilberung selbst vollführt Jewreinoff mittelst eines galvanischen

Plattenpaares, das aus Zink und einem Kohlencylinder besteht, die durch einen Thoncylinder von einander getrennt sind. Das Plattenpaar kommt in einen gläsernen Cylinder, der mit verdünntem Vitriol gefüllt wird, während in den thönernen Cylinder verdünntes Scheidewasser gegeben wird.

Die beste Mischung für den Kohlencylinder ist folgende: 5 Gewichtstheile fein gepulverten Coaks, 8 Gewichtstheile gepulverte Steinkohle und 2 Theile gewöhnliches Roggenmehl werden mit einander gemengt, aus dieser Masse der Cylinder geformt, getrocknet und dann in einer besonderen thönernen Kapsel, an deren Deckel eine kleine Oeffnung zum Entweichen der Gase angebracht ist, geglüht. Das zu versilbernde Stück wird gut gereinigt, in die Silberlösung getaucht und durch einen Leitungsdraht mit dem Zinkpole in Verbindung gebracht; eine Platinplatte dagegen wird in die Flüssigkeit in einiger Entfernung von der zu versilbernden Sache getaucht und mit dem Kohlencylinder in Verbindung gesetzt.

Das Practical Mechanic's Journal*) bespricht in einer eingehenden Schilderung der galvanoplastischen Anstalt von Elkington in Birmingham das Versilbern; es erwähnt hierüber: Die zu versilbernden Gegenstände werden zuerst gereinigt und in Sägespänen getrocknet, dann mit einer sehr verdünnten Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd gewaschen, wodurch sich auf dem Gegenstand eine feine Schichte metallischen Quecksilbers ablagert, welche dieselben befähigt, das Silber fest haftbar zu machen. Eine Anzahl Löffel, Messer, Gabeln ꝛc., die versilbert werden sollen, werden an einem Kupferdraht, der kleine Häkchen trägt, angehängt und mit denselben in das Silberbad und in Contact mit dem Zinkpol der Batterie gebracht. Sofort schlägt sich darauf Silber in

---

*) Vom Jahre 1864, pag. 249.

brillanter Weise nieder, ohne daß in der Flüssigkeit die geringste Bewegung bemerkbar ist, und je nachdem die Gegenstände längere oder kürzere Zeit in der Flüssigkeit verbleiben, wird der Niederschlag von Silber dicker oder dünner sein.

Um die Menge des Niederschlages bestimmen zu können, wird ein Löffel oder ein anderer Gegenstand gewogen, bevor er in das Bad gebracht wird, und indem man ihn zeitweise herausnimmt und wieder wiegt, kann man erfahren, wie viel Silber sich auf demselben oder auf dem Gegenstand oder auf eine Fläche niedergeschlagen hat. Zur Darstellung des Silberbades löst man 2 Theile reines Silber in der Wärme in 6 Theilen Salpetersäure und dampft sie zur Trockne ein; den Rückstand löst man in 25 Theilen Wasser und fällt ihn mit 2 Theilen Cyankalium, die in 10 Theilen Wasser gelöst wurden. Das Cyansilber wird abfiltrirt, ausgewaschen und in 2 Theilen Cyankalium, welches in sehr wenig Wasser gelöst ist, aufgelöst. Diese Lösung wird mit so viel Wasser verdünnt, daß sie 100 Theile ausmacht und ist dann zum Gebrauche fertig. Man muß darauf achten, daß das specifische Gewicht des Silberbades immer dasselbe bleibt. Während sich aus demselben Silber ausscheidet, wird allerdings in demselben Verhältnisse am anderen Pole wieder Silber gelöst, und zwar von den Platten, welche zu diesem Zwecke im Apparate sind. Dieses erfolgt indessen nicht so regelmäßig und die auf- und niedergehenden Ströme veranlassen auf der Oberfläche der zu versilbernden Gegenstände Streifen. Dieses wird vermieden, indem das Silberbad durch eine mechanische Vorrichtung fortwährend langsam bewegt wird.

Der Silberniederschlag ist meistens ohne Lustre; um ihm aber ein sehr schönes Lustre zu geben, setzt man dem

Silberbad eine geringe Menge Schwefelkohlenstoff zu. Nach vier Stunden ist gewöhnlich die Versilberung beendet, obgleich die Dicke des Silberniederschlages sehr verschieden gegeben wird, je nach dem Zwecke, den der Gegenstand erfüllen soll. Für gewöhnliche Artikel rechnet man 630 bis 1260 Gramm auf $^1/_{10}$ Quadratmeter Fläche. (?)

Wird kein Schwefelkohlenstoff angewendet, so müssen die Gegenstände noch polirt werden, alle aber erhalten den letzten Glanz durch Poliren mit der Hand, denn die Feinheit und Weichheit unserer Haut giebt eine Politur, welche man durch kein anderes Mittel erreichen kann.

Nach Bonilhet erhält man ein gutes Silberbad, indem man Schwefelkohlenstoff mit Aether mengt und das Gemisch acht Tage lang mit einem großen Ueberschuß von Cyansilberlösung digerirt. Von dieser Flüssigkeit setzt man dann von Zeit zu Zeit $^1/_{10}$ bis $^2/_{10}$ Liter zu 500 Liter des gewöhnlichen Silberbades.

Da der Silberniederschlag gewöhnlich ein mattes weißes Ansehen hat, muß der Gegenstand geschliffen und polirt, geglättet und glänzend gemacht werden, was die Herstellungskosten sehr vertheuert. In derselben Fabrik von Elkington erfand man auch einen glänzenden Niederschlag durch eine Lösung aus 450 Gramm Cyankalium in $4^1/_2$ Liter Wasser, zu welcher man 70 Gramm Cyansilber hinzuthut. So lange diese Lösung im Gebrauche ist, giebt man täglich $^1/_{10}$ Gramm Schwefelkohlenstoff hinzu, wonach man sie gut durchschüttelt. Man kann aber auch zu der Lösung aus 450 Gramm Cyankalium in $4^1/_2$ Liter Wasser mit 70 Gramm Cyansilber 45 Gramm Schwefelkohlenstoff geben und die ganze Mischung fest schütteln und in einem Steinkruge aufbewahren. Noch besser ist es, die Gegenstände nicht

in die schwefelkohlenstoffhaltige Flüssigkeit zu thun, sondern sie zuerst zu versilbern und dann erst 15 Minuten in dieses Bad zu geben. Dieses Bad darf aber nicht bewegt werden, noch dürfen die Gegenstände mit der Hand berührt werden, weil sonst dieselben nicht glänzend werden. Für glänzende Versilberung kann man nebst Schwefelkohlenstoff auch Schwefel und Collodium, oder eine Lösung von Jod und Guttapercha in Chloroform, ferner einige Kohlenwasserstoffe benützen. Das mit Kohlenwasserstoff geschwängerte Silberbad bringt auch noch den Vortheil, daß der aus demselben erzeugte Niederschläg sehr hart ist und die größte Aehnlichkeit mit gegossenem Silber hat.

Hiermit glauben wir Alles erwähnt zu haben, was für die „Versilberung" von Werth ist, und darf nur darauf hingewiesen werden, daß die Beobachtung der Stromstärke und das Arrangement der Anoden auch hier von großer Bedeutung sind.

Wie eine große Silberwaarenfabrik hier arbeitet, sei zum Schlusse noch mitgetheilt.

Man löst Silber, gleichviel ob kupferfrei oder nicht, in Salpetersäure, dampft die Lösung zur Syrupdicke ein, verdünnt mit destillirtem Wasser und setzt Kochsalz zu, bis alles Silbernitrat als Chlorsilber gefällt ist. Dies wird gut ausgewaschen, möglichst trocken abgegossen und in so viel Cyankalium gelöst, daß letzteres im Ueberschuß bleibt und die Lösung stark alkalisch reagirt. Wenn man rechnet, daß 1 Theil Silber ungefähr 1¼ Theil Höllenstein liefert, so hat man auf 1 Liter Wasser 18—20 Gramm Höllenstein, nach Vorstehendem in Chlorsilber verwandelt, und 20 bis 30 Gramm Cyankalium zu nehmen. Allerdings hängt bei dem Cyankalium viel von seiner Reinheit oder dem Gehalte an chemischreinem Cyansalz ab. (Vergleiche Vorschrift Seite 146.)

§. 2. Wägung des galvanoplastischen Silberniederschlages.

Betreffs der galvanischen Versilberung nach Gewicht, gleichviel nach welchem Recepte man arbeitet, (etwa das vorstehende) ist zu bemerken, daß alle Gegenstände beiderseits von Silberanoden umgeben werden, damit der Niederschlag überall egal erfolgt. Da nun aber das Silberbad an der Oberfläche specifisch leichter wie unten und in der concentrirten Lösung auch ein stärkerer Niederschlag erfolgt, so muß man Sorge tragen, daß die zu versilbernden Waaren fleißig gewendet oder durch einen eigens construirten Schüttelapparat in beständiger Bewegung erhalten werden.

Der Strom ist bei dieser Versilberung stets zu mäßigen, wie bekanntlich bei allen starken Niederschlägen, damit dieselben feinkörnig, cohärent und festhaftend ausfallen. Der beschriebene Stromregulator ist hier sehr an seinem Platze. An Anode darf nicht gespart werden, je größer dieselbe, desto besser, jedenfalls muß ihre Oberfläche der zu versilbernden Waare entsprechen.

Um endlich zu bemessen, wie viel Silber auf einen bestimmten Gegenstand niedergeschlagen ist, bedarf es der Wägung, wozu man Beides, die Anode und die Waare, heranziehen kann. Das Wägen der Anode giebt nur annähernde Resultate, welche oft genügen; genaue Ermittlung kann nur geschehen durch das Wägen der vorher gewogenen einzelnen Stücke auf einer sehr genauen Waage. Ob, wie auch empfohlen, eine Vorrichtung zum Wägen der im Silberbade befindlichen Gegenstände sich praktisch bewährt hat, kann ich nicht angeben, da eine solche nur zeitweise und nicht genügend geprüft ist.

Ueber Versilberung werden wir noch weiter unten, „Versilbern von Glas und Porzellan“, zu sprechen haben, worauf hiermit verwiesen sei.

Die Beschreibung einer metallometrischen Waage lasse nachfolgen.

Die metallometrische Waage.

Von großer Wichtigkeit, vorzüglich bei galvanoplastischen Niederschlägen von Gold und Silber, ist es zu wissen, wie viel Gold oder Silber sich auf den Gegenstand schon niedergeschlagen hat. Um das zu erfahren, mußte man entweder den Gegenstand zuerst wiegen und dann stets einige Male aus dem Bade nehmen, um den Gold- oder Silbergehalt zu erfahren, wobei aber das schädliche Antasten der gelbgebrannten oder schon theilweise vergoldeten oder versilberten Gegenstände, sowie das schnelle Oxydiren in der Luft zu fürchten ist.

Man wählte erst ein sogenanntes Probestück, um den wirklichen Gehalt an Gold oder Silber an dem Gegenstand zu beobachten, und erfand eine Vorrichtung, um das Gewicht des gewünschten Niederschlages zu ermitteln. Von einer empfindlichen Waage wird eine Waagschale entfernt und für diese eine Querstange aus Messing befestigt, an welche die zu galvanisirenden Gegenstände gehängt werden. Sind die Gegenstände angehängt, werden sie in das Bad getaucht und auf der gegenüberstehenden Waagschale tarirt, sodann so viel Gewicht auf die Waagschale zugelegt, als die Gegenstände an Metall erhalten sollen; verbindet man dann das Zink der Batterie oder den negativen Pol mit der an ihrer Oberfläche gereinigten Metallsäule der Waage und den positiven Pol mit den im Bade hängenden Anoden, so schlägt sich das Metall nieder, die Gegenstände werden schwerer,

ziehen die Waage herab und stellen das Gleichgewicht sodann her; nur muß der Zeitpunkt genau beobachtet werden, um die Gegenstände im Momente des Gleichgewichtes herauszunehmen.

Roseleur erfand nun die metallometrische Waage, welche diesem Zwecke dient. Auf den Rändern eines hölzernen, innen mit Blattgummi wasserdicht ausgelegten Badkastens brachte er ein messingenes Viereck, worauf die Querstangen zu liegen kommen, welche die mit Platindraht eingehängten Anoden tragen. Mit den Anoden steht eine Klammer mit einer Kopfschraube in Verbindung, in welche der Leitungsdraht von dem positiven Pol der Batterie eingeklemmt wird. An der Wand des Badekastens ist die gußeiserne Säule der Wage mit starken Schrauben befestigt.

Ein horizontaler eiserner Ring, in welchem sich ein starkes Glasrohr befindet, dient einem Näpfchen aus polirtem Eisen als Scheide und isolirt dasselbe von der Waage. Das Näpfchen enthält innen ein aus Sämischleder oder Kautschuk erzeugtes Säckchen, in welches Quecksilber gegossen wird. Mittelst einer kleinen Schraube kann man das Säckchen beliebig heben oder senken. In einer Klemmschraube wird der Leitungsdraht von dem negativen Pole der Batterie eingeklemmt. An dem Balken der Waage ist ein Platinstift befestigt, und je nachdem die Waage auf die eine oder die andere Seite sich neigt, taucht der Platinstift in das Quecksilbernäpfchen und stellt so die Leitung her oder nicht. Wird die metallometrische Waage benützt, so stellt man das im Näpfchen befindliche Quecksilbersäckchen bei Gleichgewicht der Waage so, daß die Platinspitze gerade das Quecksilber berührt. Hängt man nun den Träger voll Gegenstände, stellt neuerdings das Gleichgewicht her und legt dann in die Gewichtsschale so viel Gewichte, als auf die Gegenstände Metall sich

niederschlagen soll, so taucht der Platinstift tief in das Quecksilber ein, die Leitung ist hergestellt, der Niederschlag erfolgt; haben dagegen die Gegenstände die gehörige Dicke des Niederschlages erlangt, ist das Gleichgewicht hergestellt, so kommt der Platinstift aus dem Quecksilber, die Leitung ist unterbrochen, und es erfolgt kein weiterer Niederschlag. Blieben durch ein Versehen die Gegenstände zu lange im Bade, und sollte der Niederschlag durch das Metallbad selbst wieder angegriffen werden, wie z. B. in einem Cyanbad das Silber, so werden die Gegenstände leichter, der Platinstift taucht neuerdings in das Quecksilber, stellt die Leitung her und der Proceß beginnt von Neuem. Ohne daß Jemand beständig dabei steht, können somit die Gegenstände bis zu einem bestimmten Grade und Gewichte galvanoplastisch mit Metall überzogen werden.

§. 3. Anhang.

1. Oxydirte Versilberung.

Wenn man polirte silberne Gegenstände in eine mit destillirtem Wasser bereitete schwache Lösung von Schwefel-Ammonium so eintaucht, daß sie dem gewöhnlichen Verfahren entgegengesetzt, die positive Elektrode bilden und somit mit dem Kupferpol in Verbindung sind, dagegen als negative Elektrode einen Platindraht oder eine Platinplatte nimmt, die dem zu galvanisirenden Gegenstande gegenüber steht, so erhält der Gegenstand einen sehr schönen, strahlenartig stahlgrauen Ueberzug, der Schwefelsilber ist. Nach dem Bade spült man den Gegenstand in reinem Wasser aus, trocknet ihn ab und polirt ihn durch Abreiben mit weichem Leder.

Dieses galvanisirte oder oxydirte Silber, das eben nicht Silberoxyd ist, sondern, wie gesagt, Schwefelsilber, kann auch gewonnen werden, wenn man den polirten silbernen

Gegenstand in eine mit destillirtem Wasser bereitete Lösung von Schwefelleber giebt.

Die Färbung der Silberflächen hat mehr Schwierigkeit, wie man anzunehmen scheint, namentlich ist es nicht leicht, ein tiefes reines Blauschwarz zu erhalten.

Merkwürdiger Weise führen zwei ganz entgegengesetzte Wege zum Ziele, und zwar nimmt man entweder eine sehr verdünnte Lösung von gewöhnlichem Schwefelnatrium oder -Kalium, Schwefelleber genannt, oder eine ganz concentrirte. Werden Gegenstände, deren Oberfläche selbstredend absolut rein sein muß, in der schwachen Schwefelleberlösung erwärmt, so färben sie sich nach und nach von graublau bis schwarzblau, obwohl der Erfolg keineswegs ein sicherer ist. Uebung und Beschaffenheit der Schwefelleber, welche möglichst frisch und gut bereitet sein muß, sowie der Temperatur führen zum Ziele.

Die Benutzung einer concentrirten Lösung von Schwefelkalium erfordert Geschick und Schnelligkeit. Nachdem die auf das Sauberste gereinigten Gegenstände in Wasser gut abgespült sind, befestigt man sie an einem Metalldrahte und taucht sie schnell in die siedende Lösung, um sie eben so rasch herauszunehmen und in Wasser abzuspülen. Ist das Schwarz nicht intensiv genug, so wird diese Operation mit derselben Schnelligkeit ein-, auch zweimal wiederholt, bis der gewünschte Effect erreicht ist.

Auch bei diesem Verfahren muß Geschick und Uebung die Güte des Erfolges sichern.

Silber-„Antique“, wie es durch Einreiben silberner oder versilberter Metallflächen mit Graphit, d. h. Graphitiren, erlangt wird, ist eine ganz mechanische Arbeit und sollte aus der Metallindustrie ganz ausgemerzt werden. Man ersetzt nämlich den hundertjährigen Staub und die etwa eingetretene

Oxydation durch Einschmieren von Kohlenpulver, i. e. Graphit, welcher Reißblei genannt, indeß nichts weiter wie krystallisirter Kohlenstoff, also nächster Verwandter des Diamant ist.

2. Galvanoplastisches Niello.

Im fünfzehnten Jahrhundert erfand man in Florenz die Kunst, Arabesken, feine Metallfiguren ꝛc. auf einen andersfarbigen Metallgrund aufzutragen, und nannte diese Art von Verzierungen auf Schmuck- und anderen Gegenständen „Niello“. Auch auf galvanoplastische Weise läßt sich eine Art „Niello“-Metallniederschlag bilden, und wenn die Verfahrungsweise auch eine wohl langsame und schwierige, so ist aber der Erfolg ein sehr schöner.

Wie schon erwähnt, ist es nicht nothwendig, einen Gegenstand vollkommen zu galvanisiren, und bei verschiedenen Objecten erfordert es schon der Schönheitssinn, verschiedene Partien frei von galvanoplastischem Niederschlage zu lassen. Um Gegenstände, einzelne Flächen oder Partien vor dem galvanoplastischen Niederschlage zu schützen, überzieht man sie mit einem nicht leitenden harzigen Deckgrund aus einer Lösung von Asphalt und Mastix in Terpentin. Nach Elsner werden zwei Theile guter Asphalt und ein Theil gepulverter Mastix unter Umrühren zusammengeschmolzen, und da diese Mischung erkaltet sehr spröde ist, wird sie vor dem Gebrauche mit so viel Terpentinöl erwärmt, bis sich eine dünnflüssige, schwarze Masse bildet, welche mittelst eines Pinsels aufgetragen werden kann.

Dieser Deckgrund, welcher selbst concentrirten Auflösungen von Cyankalium Widerstand leistet, und wenn demselben noch etwas in Spiritus gelöster Copallack zugesetzt wird, sogar von kochenden Cyangold- und Cyansilberlösungen

nicht angegriffen werden kann, läßt sich dagegen, sobald der galvanoplastische Niederschlag stattgefunden hat, durch Bürsten und Abwaschen mit Terpentinöl, Benzin und Spiritus leicht wegbringen. Mit dieser Masse deckt man einzelne Stellen des zuvor gravirten und guillochirten Metallgegenstandes und überzieht dann den Gegenstand auf die schon bekannte Weise galvanoplastisch, z. B. mit Gold. Dann deckt man andere Stellen und läßt einen anderen Niederschlag darauf folgen. Man kann auf diese Weise einen Kupferniederschlag, der also hellrosenroth ist, auf Arabesken aus Gold galvanoplastisch auftragen und somit einen gelben Niederschlag erzielen, während andere Arabesken galvanoplastisch versilbert, somit einen weißen Niederschlag bilden, die Schatten derselben dagegen mittelst niedergeschlagenen oxydirten Silbers sich stahlgrau färben.

3. Incrustationen von Silber und Gold.

Die „Gold- und Silber-Incrustationen", sowie „damascirte Bronze" werden von Curiositätensammlern und Antiquitätenhändlern hoch geschätzt, und die meisten auf diese Art verzierten Gegenstände stammen aus Japan. Mittelst der Galvanoplastik ist man im Stande, derlei verzierte Gegenstände nachzuahmen. Die Methode, Gold- und Silber-Incrustationen oder eingefüllte Verzierungen oder bronzes incrustés zu erzeugen, ist folgende: Es werden Verzierungen in Silber und Gold auf einen Körper von massiver Bronze oder Kupfer gezeichnet. Das Metall erscheint in der Regel nicht in seinem natürlichen Farbenton, welcher der Veränderung durch atmosphärische Einflüsse zu sehr unterworfen ist und auch keine kräftige Contrastwirkung hervorrufen würde, das Kupfer z. B. braunroth, von welchem das Weiß des Silbers sehr gut absticht. Während jedoch

bei den alten Gold- und Silber-Incrustationen das edle Metall in durch Graviren vertiefte oder mit der Feile geraubte Stellen mechanisch eingedrückt ist, wird der Auftrag des Metalles durch galvanoplastischen Niederschlag bewirkt.

In neuester Zeit verfährt man so: Die Zeichnung, welche später in Gold- oder Silber-Incrustation auf dem Gegenstande erscheinen soll, wird in Gouache, d. h. mittelst Deckfarben, die mit Leimwasser angerieben werden, angelegt, und bietet die Zeichnung dem Künstler zugleich Gelegenheit, den richtigen Effect zu beobachten. Zur Zeichnung kann man auch blos eine Wasserfarbe, deren Körper aus Bleiweiß besteht, nehmen. Sodann überzieht man alle jene Theile, welche mit Gouache nicht bedeckt sind, mit einem solchen Firniß, der weder von Säuren, noch von Alkalien angegriffen wird, und verbindet den Gegenstand mit dem positiven Pole der Batterie, nachdem man ihn in ein Bad von stark verdünnter Salpetersäure gebracht hat. Der Farbstoff 2c., aus welchem das Gouache besteht, wird aufgelöst, das Metall hierdurch blosgelegt und von der Säure angegriffen.

Ist die Aetzung des Metalles eine hinreichende, d. h. die Vertiefung der Zeichnung eine genügende, so wird der Gegenstand aus der Säure genommen, im Wasser abgespült und in ein schwaches kaltes Silber- oder Goldbad gebracht und der Einwirkung des galvanischen Stromes unterworfen. Das Gold oder Silber schlägt sich gleich nieder und haftet in den Vertiefungen sehr fest. Sind diese Vertiefungen von dem Edelmetalle ausgefüllt, so wird der Gegenstand aus dem Bade genommen, von dem Firniß befreit und polirt oder abgeschliffen, wodurch dann die Zeichnung scharf hervortritt, ohne daß das eingefällte Ornament übersteht oder vertieft liegt. Sodann brünirt man die Metallfläche, wodurch der Ton des Silbers oder Goldes sich jedoch nicht ändert.

Um noch schönere Effecte zu erzielen, werden einzelne Theile der Körperfläche, je nach dem Style der Zeichnung, besonders zwischen den Silberornamenten, durch Schwefelkupfer schwarz bronzirt, so daß Schwarz und Weiß die Zeichnung bilden und die angenehme Farbe des braunrothen Kupferoxydes als Grund der Zeichnung dient.

Capitel VI.

Vergoldung.

Bis zum Jahre 1840 kannte man nur außer der kalten und nassen Vergoldung noch die Feuervergoldung, welche darin besteht, daß man auf den Gegenstand ein Goldamalgam aufträgt und ihn, um das Abdampfen des Quecksilbers zu bewirken, erhitzt und dann die matte Goldfläche mit einem Polirstahl polirt. Diese wegen der Quecksilberdämpfe sehr gesundheitsschädliche Arbeit wird durch die galvanische Vergoldung weit übertroffen, indem erstens die feinsten Conturen sicher vergoldet werden, welche bei der Feuervergoldung oft in einander fließen, Vertiefungen sich besser abheben und die Oberflächen stärker vergoldet werden, als bei der Feuervergoldung; jede Zeichnung und feinste Gravirung ist sichtbar und die Farbe die des reinen wirklichen Goldes, während bei der Feuervergoldung die Oberfläche immer mehr dem Messing ähnlich ist, da das Quecksilber sich doch nicht ganz verflüchtigen läßt. Der schönste und vorzüglichste Vortheil besteht aber darin, daß die galvanische Vergoldung bedeutend billiger kommt.

Bei der galvanischen Vergoldung unterscheidet man vorzüglich drei Methoden, die von Professor de la Rive, die von Elkington und jene von Elsner.

De la Rive, Professor in Genf, versuchte sich im Jahre 1840 zuerst darin, Gegenstände zu vergolden, indem

er hierzu als Goldbad eine sehr verdünnte Auflösung von Gold in Königswasser, d. i. ein Gemenge von Salz- und Salpetersäure anwendete. Um das Gold in Königswasser aufzulösen, schüttet man zu dem Golde dessen vierfaches Gewicht Königswasser und erwärmt bis zur völligen Auflösung; der Ueberschuß von Säure wird durch Erhitzen verjagt. Diese Vergoldung gelang wohl, jedoch die Haltbarkeit war von keiner langen Dauer.

Elkington wandte deshalb eine andere Goldlösung, und zwar Kaliumgoldcyanür an, welche entsteht, wenn man eine wässerige Auflösung von Goldchlorid, d. i. Chlorgold, mit einer Auflösung von Cyankalium in Wasser mischt, so daß alles Gold gelöst wird.

Nach Roseleur bedient man sich folgender guten Mischung: 150 Gramm Cyankalium und 50 Gramm Goldchlorid auf 1 Liter Wasser.

Nach Wagner bereitet man eine geeignete Goldlösung durch Auflösen von 100 Gramm Cyankalium in 1 Liter destillirten Wassers. Hierzu löst man 7 Gramm Feingold in Königswasser, dampft die Lösung vorsichtig im Wasserbade zur Trockne, löst den Rückstand in etwas destillirtem Wasser und setzt diese Lösung zur Lösung des Cyankaliums.

Da das Goldchlorid, welches sich durch Auflösen von Gold in Königswasser bildet, trotz des Abdampfens noch freie Säure enthalten kann, die aus der Cyankaliumlösung Blausäure entwickelt, so hat Bagration vorgeschlagen, das Gold aus dieser Lösung mittelst Eisenvitriol zu fällen, das fein zertheilte Gold auf einem Filter zu sammeln, mit destillirtem Wasser auszuwaschen und dann in die erwärmte Cyankaliumlösung zu bringen, in der sich das Gold löst, was wir jedoch nicht empfehlen können.

Nach Braun löst man Gold in Königswasser, dampft die von dem Chlorsilber abfiltrirte Lösung, zu welcher man Kochsalzlösung gesetzt hatte — auf 3 Theile Gold 10 Theile Kochsalz — zur Trockne ein, löst den Rückstand in Wasser und fällt die Lösung mit überschüssigem Ammoniak. Der Niederschlag — Knallgold — wird ausgewaschen und noch naß in einer hinreichenden Menge von Cyankalium gelöst.

Nach Max von Leuchtenberg ist es zweckmäßig, der Goldlösung etwas Aetzkali zuzusetzen oder 50 bis 60 Percent Cyankali zu verwenden, wie ich es thue.

Elsner giebt folgende Methode an, um Goldchlorid darzustellen: Man walzt einen Ducaten zu dünnem Blech aus, zerschneidet ihn in schmale Streifen und löst ihn in einer Porzellanschale unter schwacher Erwärmung in 50 bis 70 Gramm Königswasser, bestehend aus 1 Theil rauchender Salpetersäure und 2 Theilen Salzsäure. Man gießt zuerst die Salpetersäure auf das Gold, erwärmt diese Auflösung und setzt dann die Salzsäure zu. Fängt die Flüssigkeit an, eine schöne dunkelrothe Farbe zu erhalten, so nimmt man sie vom Feuer und rührt sie mit einem Glasstabe so lange um, bis sie kalt ist. Ein sichereres Mittel, um das Zersetzen der Goldsalze zu verhindern, ist, daß man das Abdampfen nicht über dem Feuer, sondern im Wasserbade vornimmt, indem man die Porzellanschale in ein Gefäß mit siedend heißem Wasser stellt und kocht. Wir benutzen stets ein Sandbad. Ist das Königswasser abgedampft, so bleibt ein in gelben Nadeln krystallisirendes Salz zurück, das, sobald man es zum Bade gebrauchen will, in 10 bis 20 Gramm Regenwasser aufgelöst und die goldgelbe Flüssigkeit in eine wässerige Lösung von Cyankalium gethan wird.

Elsner benutzt statt des Cyankaliums wegen der großen Gefahr des Vergiftens Cyaneisenkalium oder Kalium-

eisencyanür, blausaures Eisenkali, auch gelbes Blutlaugensalz genannt als Bad. Er verwendet hierzu 4$^1/_2$ Theile trockenes Goldchlorid, 45 Theile gelbes Cyaneisenkalium und 450 Theile Wasser. Da beim Zersetzen der Cyaneisenkaliumlösung die Flüssigkeit trübe grünlichblau wird und nach und nach sich ein blauer Bodensatz bildet, der von dem sich bildenden Cyaneisen herrührt, so kann dieser Niederschlag die Vergoldung leicht trübe und flockig machen. Um dem entgegen zu wirken, nimmt man auf 80 Gramm Cyaneisenkalium 10 Gramm krystallisirtes kohlensaures Natron, löst beides in einem Liter Regenwasser auf, kocht es zuerst, und fügt dann erst die Goldlösung hinzu. Es erzeugt sich hierdurch ein brauner Niederschlag von unlöslichem Eisenoxyd, der sich durch Filtriren von der goldgelben Flüssigkeit absondern läßt.*)

Auch kann man 28 Gramm gewalztes Gold in Königswasser lösen, verdampft die Lösung im Wasserbade zur Trockne, löst den Rückstand in Wasser und setzt zu der Lösung 210 Gramm mit etwas Wasser angerührte Magnesia. Die entstandene goldsaure Talkerde (Goldoxyd-Magnesia) wird auf einem Filter mit Wasser ausgewaschen und dann mit Salpetersäure behandelt, welche die Talkerde auflöst, das Goldoxyd aber zurückläßt. Nach hinreichendem Auswaschen wird das Goldoxyd in einer Auflösung von 500 Gramm Blutlaugensalz in 4 Liter Wasser gelöst.

Frankenstein bereitet die Goldlösung aus: 1 Gewichtstheil flüssigen Chlorgoldes, 6 Gewichtstheilen blausaurem Kali, 4 Theilen Weinsteinsalz, 6 Theilen Kochsalz und 50 Theilen Wasser. Oder er mischt blos Chlorgold, Soda, Kochsalz und Wasser und erspart

*) Diesem wie allen übrigen mit Kaliumeisencyanür angesetzten Goldbädern können wir nicht das Wort reden.

dadurch die Unannehmlichkeit, welche das eisenblausaure Kali durch fortwährenden Eisenniederschlag, durch die grünliche Färbung der Flüssigkeit und durch den schwärzlichen Ueberzug der zu vergoldenden Gegenstände verursacht. Setzt man jedoch einer mit eisenblausaurem Kali und Kochsalz bereiteten Chlorgoldlösung während des Siedens der Flüssigkeit noch etwas einfach kohlensaures Kali zu, so verwandelt sich die grünliche Farbe der letzteren sogleich in eine hellgelbe, und man kann sich dann dieser Flüssigkeit im reinen, filtrirten Zustande zum Vergolden bedienen.

Aber auch in der Goldfarbe ist ein bedeutender Unterschied zu finden, je nachdem Gold im Königswasser oder im Cyaneisenkalium aufgelöst wird, denn während das durch ersteres hergestellte Goldbad einen hell goldgelben Thon liefert, wird durch das letztere Verfahren eine reiche feurige Vergoldung erzielt.

Die verschiedenen Vergoldungsflüssigkeiten erhält man am besten nach folgender Vorschrift: Eine hellgelbe Farbe erhält man mit Hilfe einer Auflösung von Cyangold in Cyankalium. Es werden $17\frac{1}{2}$ Gramm Cyankalium in 1 Liter kaltem Wasser in einem Glas- oder Porzellangefäße gelöst und die Lösung von einem Ducaten gleich 3,75 Gold unter Umrühren zugesetzt. Zuerst bildet sich ein gelbbrauner Niederschlag, der sich aber beim Umrühren selbst wieder löst; findet diese Lösung nicht statt, muß man noch einige kleine Stücke Cyankalium zusetzen, bis die Flüssigkeit eine hellgelbe Farbe erlangt, diese erhitzt man bis zum Sieden, läßt sie dann erkalten und läßt sie absetzen.

Eine röthliche Farbe erhält man bei Anwendung einer kupferhaltigen Goldflüssigkeit; diese erlangt man, wenn zu der fertigen Goldflüssigkeit eine Auflösung von Cyankupfer in Cyankalium

gegeben wird, welche Auflösung man erhält, indem 2 Theile Kupfervitriol und 5 Theile Cyankalium in 56 Theilen Wasser aufgelöst werden.

Eine grünliche Farbe erhält man, indem man zu der reinen Goldlösung eine Lösung von Cyansilber in Cyankalium hinzugiebt.

Eine hellröthlichgelbe Farbe entsteht, wenn man zu der röthlichen Goldlösung noch etwas von der erwähnten Cyankupferlösung hinzufügt. Bei den letzten beiden Vergoldungen ist es rathsam, vor Aufsetzung derselben zuerst eine dünne Decke von reinem Golde anzubringen. Silber, Neusilber oder Messing soll immer zuerst mit einer dünnen Schichte reinen Goldes überzogen, dagegen Eisen, Stahl, Zink und Zinn zuerst ebenso verkupfert werden.

Ein einfaches Verfahren, jede Goldsalzlösung zu ersparen, besteht darin, ein Goldblech selbst in ein mit Cyankaliumlösung gefülltes Gefäß zu stellen und dieses Goldblech mit dem positiven Pole einer galvanischen Batterie in Verbindung zu bringen. In dem Gefäße ist eine mit derselben Lösung gefüllte Thonzelle gestellt, in der sich ein Kupferblech befindet, das wieder mit dem negativen Pole der Batterie in Verbindung ist; hierdurch wird der elektro-negative Bestandtheil der Lösung, das Cyan, von dem elektro-positiven Goldblech angezogen und dadurch letzteres aufgelöst, und dies um so leichter, je wärmer die Flüssigkeit ist.

Um größere Gegenstände, wie Kelche, Becher rc. nach diesem Verfahren galvanisch zu vergolden, hat Elsner einen einfachen Apparat vorgeschlagen; er besteht aus einem großen, gut gefirnißten Kasten von Eichenholz, der mit einer gesättigten Kochsalzlösung oder mit sehr verdünnter Schwefelsäure gefüllt wird. In dem durchbohrten Boden steckt ein starker Kupferstab, und zwar so, daß er 3 Centimeter nach

unten und 4 bis 6 Centimeter nach oben hervorsteht. Oben ist an demselben eine rostartig durchbrochene Platte von Kupfer angebracht, auf welcher die amalgamirte Zinkplatte liegt. Der untere Theil dieser Kupferstange ist mit Quecksilber in Berührung, welches in einen Canal am Boden dieses Gefäßes gefüllt ist und also außerhalb des Kastens endet, an welcher Endstelle ebenfalls eine kupferne Säule aufgestellt ist, die oben mit einem beweglichen Arm in Verbindung gebracht, und an welchem der zu vergoldende Gegenstand mittelst Platindraht oder vergoldetem Kupferdraht aufgehängt wird. Mittelst zweier Stifte ist in dem großen Kasten ein kleinerer angebracht, der ungefähr 3 bis 5 Centimeter von dem großen ringsum absteht. In diesem befindet sich das Goldbad. Sein Boden ist zweckentsprechend aus einem Rost von Holzleisten gemacht, die durch gespannte Darmsaiten mit einander verbunden sind, und über welche Pergament gespannt ist. Hat man nun den Gegenstand auf den beweglichen Arm so gehängt, daß er in der Mitte des kleinen Kastens ungefähr 3 bis 4 Centimeter von dem Pergamentboden absteht und dadurch die Verbindung hergestellt, so beginnt die Vergoldung.

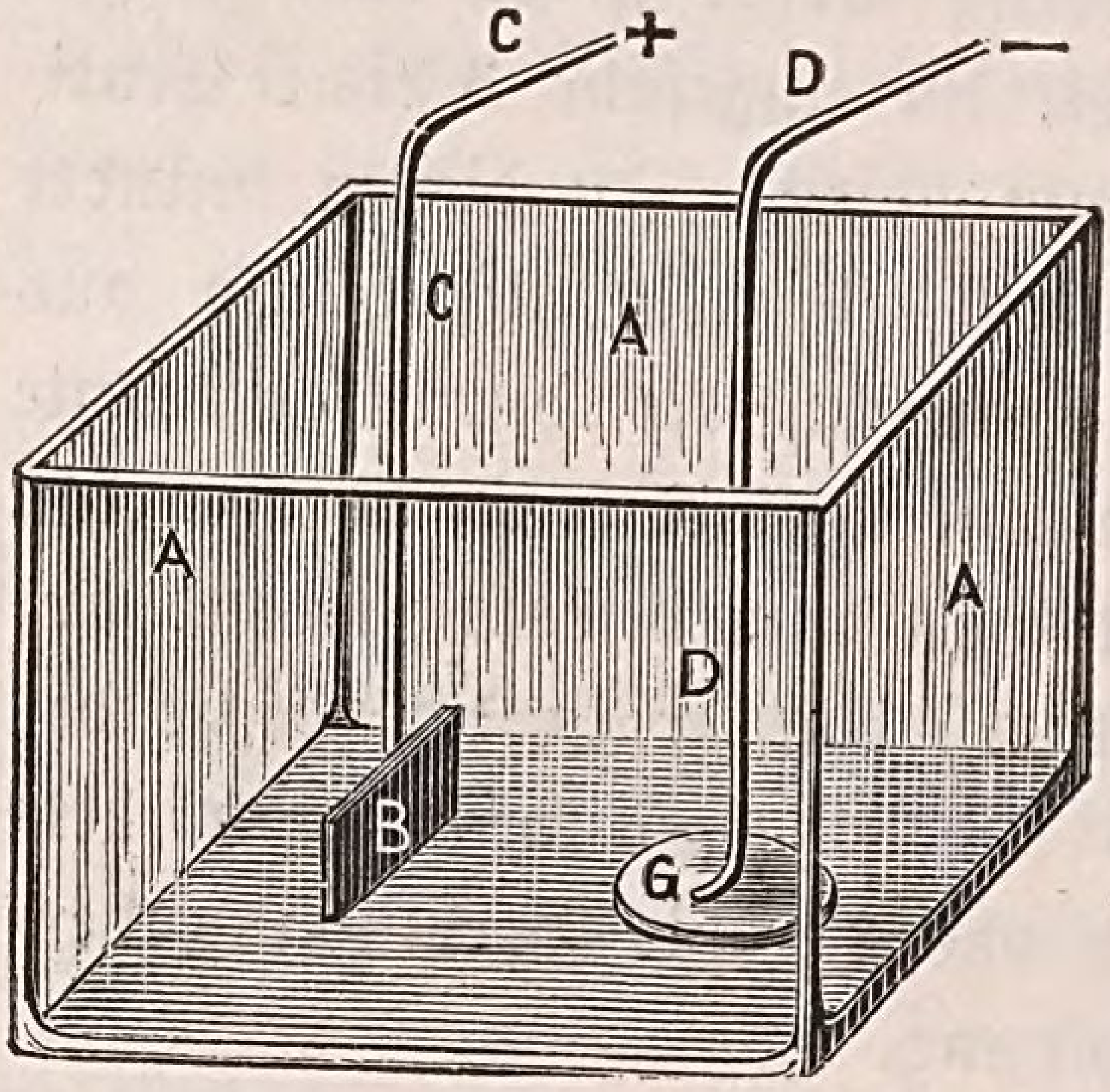
Um eine schöne und dauerhafte Vergoldung auf diese Art zu erlangen, sind die Gegenstände von Kupfer, Bronze, Messing 2c. zuerst vollkommen zu reinigen. Diese Reinigung geschieht, wie bereits Seite 74 u. f. angegeben. So gereinigt in's Goldbad gebracht, läßt man das Object das erste Mal nur eine halbe Minute, dann 1—2 Minuten lang im Goldbade, bis der Goldüberzug hinreichend stark ist, zuletzt trocknet man es in feinen Sägespänen ab. Die Dicke des Goldes erfährt man aus der Gewichtszunahme des Gegenstandes.

Hat man Gegenstände zu lange im Goldbade gelassen, wodurch sie eine dunkle, bräunlich gelbe Farbe erhalten, so

werden sie wieder klar, wenn man sie anhaltend mit Weinstein stark bürstet oder sie in einer Auflösung von Cyankalium erwärmt, was den braunen Ansatz auflöst.

Arbeitet man mit einer Batterie, so bedarf man nur (Fig. 18) eines Gefäßes A A mit Goldbad. Auf die eine Seite stellt man ein Goldblech B hinein und verbindet es durch einen Draht C mit dem (positiven) Kupferpole, auf der anderen Seite den zu vergoldenden Gegenstand G und verbindet diesen durch einen Draht D mit dem (negativen) Zinkpole einer Batterie, welche den galvanischen Strom erregt. An der Abnahme des Goldbleches ersieht man hier zugleich die Zunahme der Vergoldung auf dem Gegenstande, da eben so viel Gold sich auflöst, als sich niederschlägt, und man kann an dem Gewichtsverluste der Anode B den Goldniederschlag bemessen. Bei zwei Bunsen'schen Elementen genügen bei einer Temperatur von 80 bis 90° C. wenige Minuten, einen Gegenstand vollständig zu vergolden. (Dieser Apparat kann selbstverständlich bei jedem Metallbade angewendet werden.)

Fig. 18.



Hat man Eisen und Stahl zu vergolden, so ist es einfacher und leichter, derlei Gegenstände zuerst nach der schon beschriebenen Art und Weise mit einem galvanischen Kupferniederschlage zu überziehen und dann erst in das Goldbad zu geben und weiter zu vergolden, wie Silber, Neusilber, Platin, Kupfer, Bronze, Messing, Tombak u. s. w.

Um in kurzen Worten nochmals die Goldauflösungen zu wiederholen, so sind die Auflösungen seines Oxydes in Kali oder Natron oder in deren kohlensauren Salzen, ferner die Doppelverbindung des Cyans mit Gold und Kalium und endlich das Chlorgold jetzt am meisten im Gebrauche. Als positive Elektroden leisten dünnes Platin oder Goldblech die besten Dienste.

Sind Vergoldungsflüssigkeiten durch längere Zeit im Gebrauche, so enthalten sie wohl immer noch Gold oder Silber in geringem Werthe, sind aber zur Erzeugung von galvanoplastischen Niederschlägen nicht mehr tauglich. Um solche Flüssigkeiten zu entgolden oder zu entsilbern, giebt es vorzüglich zwei Methoden: die nach H. Brauns und jene von Dr. Hänle.

Brauns dampft ein solches Metallbad ab, schmilzt in einem hessischen Tiegel den Rückstand, dann laugt er die erkaltete Masse in Wasser aus, und das reine metallische Gold oder Silber bleibt als Rückstand zurück oder wird als Regulus in einem Korn gefunden.

Dr. Hänle wendet eine Bunsen'sche Batterie an und läßt auf ein gegenüberstehendes Gold- oder Silberblech sich alles Gold oder Silber niederschlagen. Er verbindet den Zinkpol mit einem Gold-, respective Silberstreifen, den Kupferpol mit einem Platinblech, und taucht beide in das auf 48° R. erwärmte Bad ungefähr 3 Centimeter von einander entfernt ein, wodurch sich das noch aufgelöste Gold oder Silber auf dem Gold-, respective Silberstreifen niederschlägt und so bis auf ein Minimum wiedererlangt wird.

In dem Vorstehenden ist alles gesagt, was rücksichtlich der galvanischen Goldbäder von Belang ist. Neues läßt sich in der That nicht geben, ich muß mich daher darauf beschränken, das Verfahren mitzutheilen, welches mir die besten

Resultate gegeben, dabei ein constantes Bad giebt und wenig Pflege erfordert. Was aber von besonderer Wichtigkeit, wie Stromstärke und Temperatur des Bades, ist ganz außerordentlich streng zu beachten.

Einen zu Blech ausgewalzten Ducaten oder deren mehr, je nach der Größe des bezweckten Goldbades, löse in Königswasser, unter den bereits wiederholt angegebenen Vorsichtsmaßregeln, dampfe die Lösung bei gelinder Wärme im Sandbade so lange ein, bis sie anfängt, fest, krystallinisch zu werden und übergieße den erkalteten Rückstand von saurem Goldchlorid mit 20—30 Gramm Salmiakgeist (chemisch rein und möglichst stark); zu dieser Flüssigkeit setze nun*) so lange eine starke Cyankaliumlösung, die nicht einmal von 90percentigem zu sein braucht, etwa 60—70 Percent, bis sich alles klar gelöst hat, wozu etwa 30 Gramm Cyankalium genügen. Schließlich setze soviel destillirtes Wasser zu, daß die stark alkalische Lösung per 10 Liter 1 Ducaten oder das daraus gewonnene Chlorgold enthält. Hiermit ist das Goldbad fertig. Allein trotz des besten Bades sind die guten Resultate der Vergoldung noch keineswegs garantirt. Jetzt handelt es sich um die geeignete Stromstärke, welche bei zwei Bunsen'schen Elementen sich danach richten muß, welche Flächen zn vergolden sind, und nie zu stark sein darf. Die Goldanode muß stets groß sein, und wird bei unzeitigem Geizen nie eine schöne Goldfarbe erzielt werden.

Ist bis hier alles in Ordnung, so handelt es sich um

---

*) Einige Praktiker filtriren das durch Ammoniak gebildete Knallgold ab, waschen es auf dem Filter mit Wasser aus und lösen es, gut abgetropft, doch gar nicht trocken, wobei es mit furchtbarer Gewalt explodiren würde, in Cyankalium. Der Sicherheit wegen und weil das wenige Ammoniak, welches in Salmiak verwandelt wird, nicht schadet, ziehe meine Vorschrift vor.

die entsprechende Temperatur, welche den schnellen Effect durchaus bedingt.

Nie unter 60° C., bei 70 bis 80° soll man arbeiten und allerdings die Gegenstände, welche zu vergolden sind, nicht aus den Augen lassen. Oftmals herausgenommen, mit Weinstein gescheuert, gespült in reinem Wasser, hinein in's Goldbad und dies wiederholt, bis der gewünschte Erfolg erreicht ist.

Weitere Anweisungen zu geben ist geradezu unmöglich, da das sichere gute Gelingen der Vergoldung allein dem praktischen Blicke und der geübten Hand gebührt; denn sowie der Meister sein vorzüglich arbeitendes Goldbad verläßt und einem ungeübten Arbeiter das Weitere übergiebt — geht's nicht! — Tritt der Meister selbst wieder ein — ist Alles in Ordnung! Warum, weil er in den Fingerspitzen hat, was mancher nie begreift! — — —

Betreffs der verschiedenen höchst überraschenden Färbungen, welche der Goldniederschlag annehmen kann, sei noch bemerkt, daß dies — ohne das Goldbad zu ändern — durch die Composition, resp. Wahl der Anoden allein möglich ist. Ich vergolde in allen Tönen und einem Goldbade durch Kupfer- und Silberanoden, welche mit und ohne Goldanode benutzt werden und gestatten, dauernd und hintereinander fort gleiche Farbentöne zu erzielen. Freilich gehört hiezu viel Uebung, Erfahrung und sorgfältiges Arbeiten. Blumenbouquets, Fruchtgruppen, Schmetterlinge, Fische und Thiere lassen sich auf diese Weise im treuesten Colorit wiedergeben von — geübter Hand und tüchtigem Kopfe.

Naturgemäß sollte ein solches Goldbad unerschöpflich sein, denn die Goldanode allein ist es ja, welche das präcipitirte Gold abgiebt, indeß stimmt dies nicht ganz genau, weshalb es sich nöthig macht, je nach Umständen etwas Goldsalz

zuzusetzen. Zu diesem Zwecke verfährt man so, daß das Goldsalz, wie angegeben, mit Ammoniak behandelt in starker Cyankaliumlösung gelöst, zugegossen wird, wobei darauf zu achten, daß das Bad stets vorherrschend alkalisch sei.

Variationen in den Mischungsverhältnissen, Zusatz anderer Salze 2c. erscheinen mir als müßige Erfindungen, da ein sauber gehaltenes, nach Vorstehendem angestelltes Goldbad Jeden befriedigen wird — wenn die Temperatur genügend und der Strom nicht zu stark ist. Im letzteren Falle wird die Vergoldung braun mistfärbig. Ein erschöpftes Bad arbeitet sehr langsam und giebt ganz helles Gold, zu kaltes und zu heißes Bad giebt nach beiden Richtungen hin ähnliche Resultate.

Weil jedes heiße Goldbad starke Cyandämpfe, welche sehr schädlich sind, ausstößt, so muß das Vergolden darin an Orten geschehen, wo diese Dämpfe rasch abziehen können, so wie auch das Erhitzen des Goldbades nur unter einem gut ziehenden Rauchfange geschehen darf.

Das Verkupfern mancher Gegenstände, selbst silberner, aber aller von Eisen, Zink u. s. w. vor dem Vergolden ist sehr vortheilhaft, bei letzteren sogar nothwendig, jedoch muß der Kupferniederschlag äußerst schwach sein.

Von dem Verquicken (Verquecksilbern) der zu vergoldenden Waaren ist man hier nicht Freund, und glaube ich auch, daß es sich ziemlich aus der Praxis verloren hat.

Bei Gegenständen mit Zinnlöthung wird verquickt, um auf den Löthstellen eine gleichmäßige Goldfarbe zu erzielen.

Ueberschuß von etwas Cyankalium schadet im Goldbade nie. Der Goldsud, streng genommen nicht hieher gehörig, kann mit diesem letztaufgeführten Goldbade ausgeführt werden, doch ist es besser, etwas mehr Cyankalium zu nehmen. Bekanntlich werden die gut depacirten Sachen einfach

in diesem Goldbade gekocht. Alle früher angegebenen Regeln betreffs Decapiren und Reinigen der verschiedenen Metallgegenstände kommen auch hier zu voller Geltung.

Capitel VII.

Verplatiniren.

Kein galvanoplastischer Ueberzug ist für chemische Zwecke von solcher Wichtigkeit, wie einer von Platin; denn wie allgemein bekannt, oxydirt Platin selbst in der stärksten Weißglühhitze nicht und wird von Säuren gar nicht angegriffen, nur heißes Königswasser, aus 2 Theilen concentrirter Salzsäure und 1 Theil rauchender Salpetersäure zusammengesetzt, wirkt langsam und ohne Heftigkeit auf das Platin. Wegen des hohen Preises des Platins wäre es daher sehr vortheilhaft, minder theuere Metalle mit einem guten galvanischen Platin-Niederschlage überziehen zu können, um in solchen Gefäßen Substanzen chemisch behandeln zu können, zu welchen alle übrigen Gefäße wegen ihrer Zerstörbarkeit durch die Mineralsäuren 2c. nicht fähig sind. So weit die jetzigen Resultate gelungen sind, seien die Verfahrungsweisen hier angegeben.

Die Verfahrungsweise ist hierbei eine ganz gleiche wie bei der galvanischen Vergoldung und Versilberung, nur muß ein zweckmäßiges Platinbad angewendet werden, und die zum Einleiten des galvanischen Stromes in das Bad benützten Drähte müssen aus Platin sein; ein starker Strom und heißes Bad sind unumgänglich nothwendig.

Das Platinbad wird erzeugt, indem man 1 Gramm trockenes Chlorplatin (Platinchlorid) in wenig Wasser auflöst und so lange aufgelöstes kohlensaures Kali hinzusetzt, so lange sich ein gelber Niederschlag bildet. Von diesem Niederschlage gießt

man die Flüssigkeit behutsam weg und kocht ersteren mit einer concentrirten Lösung von Aetzkali, bis es sich völlig aufgelöst hat.*) Um Platinchlorid zu gewinnen, nimmt man Platinmetall und walzt es sehr dünn aus, so daß es mit der Scheere leicht in kleine Stückchen geschnitten werden kann; dann löst man diese Stückchen mit Königswasser in einer Porzellanschale auf, jedoch bedarf das Platin zu seiner Lösung viel mehr Königswasser als das Gold, und ist auch die Wärme des Sandbades dazu nothwendig. Die Auflösung ist anfangs gelblich, wird aber immer dunkler, je mehr das Königswasser sich mit Platin sättigt, und wird zuletzt roth. Die Auflösung wird dann zuerst bis zur Honigdicke und endlich unter Umrühren mit einem Glasstabe zur Trockne eingedampft.

Eine widerstandsfähige Platinirung schlägt Professor Böttger durch ein Bad von in kochendem Wasser aufgelöstem und abgekühltem Platinsalmiak, in welchem einige Tropfen Aetzammoniak hinzugefügt werden, vor. Man bereitet Platinsalmiak (Ammonium-Platinchlorid), wenn man obiges Platinchlorid in eine Lösung von Salmiak giebt und den daraus entstehenden gelben Niederschlag in reinem kalten Wasser gut auswäscht. Dieses Platinbad muß noch heiß in den Apparat gegeben werden. Die stärkste Platinirung erzielt man, wenn man Gegenstände, die auf diese Art platinirt sind, gut polirt und dann wieder platinirt und polirt.

Jewreinoff in Petersburg schlägt folgende Flüssigkeit vor, wenn der zusammengesetzte Apparat nur aus einer Flüssigkeit besteht. Er löst 100 Theile Platin in Königswasser und dampft die Lösung zur Trockne ein; das trockene dunkelgelbe Platinsalz wird nun durch 100 Theile

*) Dieses Bad eignet sich vorzüglich zur Herstellung von Platinanoden aus Silberblech, welches sich gut verplatinirt.

in Wasser gelöstes Aetzkali zersetzt und der hierdurch entstehende gelbe Niederschlag in 200 Theilen in Wasser gelöster Kleesäure durch Erhitzen aufgelöst, und dieser Flüssigkeit noch 300 Theile einer Lösung von Aetzkali hinzugesetzt. Sehr häufig geschieht es, daß bei dieser Auflösung ein schwarzes Pulver sich absondert, was vor dem Abdampfen durch Filtration von der Flüssigkeit gesondert werden muß. Ist der Apparat mit dem Bade gefüllt, so wird der zu platinirende Gegenstand durch Platindraht mit dem Zinkpol der Batterie, und das Platinblech mittelst eines Platindrahtes mit dem Kupferpol in Verbindung gebracht.

Will man Gegenstände ohne Anwendung einer Batterie mit Platin überziehen, so kocht man eine Mischung von 1 Theil Platinsalmiak, 10 Theilen gewöhnlichem Salmiak und 40 Theilen Wasser und taucht die Gegenstände durch einige Secunden in die kochende Flüssigkeit.

Zur Bereicherung der mehrfach empfohlenen Vorschriften für das Platinbad, dessen Anwendung immer noch eine beschränkte, führe noch folgende Compositionen an, bemerkend, daß nach meinen Erfahrungen starker Strom, hohe Temperatur und viel Anode stets erforderlich sind.

1. Reines Platinchlorid . . . . 1 Gramm
   Aetzkali (je nach Reinheit) . . . . . 10—12 „
   Destillirtes Wasser . . . . 1 Liter.
2. Platinchlorid . . . . 1 Gramm
   Aetznatron (reines), soviel zur klaren Lösung ausreicht.
   Wasser . . . . 1 Kilo.
3. Platinchlorid . . . . 1 Gramm
   Kochsalz . . . . 20 „
   Aetzkali, soviel zur Lösung erforderlich.
   Wasser . . . . 1 Kilo.

Capitel VIII.

Verbleien.

Mit Blei wird zumeist nur Eisen galvanisch überzogen, und zwar gußeiserne Röhren oder Dachziegel aus Eisenblech oder Maschinenbestandtheile, welche sowohl der Billigkeit halber, als auch wegen anderer Vortheile zuerst einen galvanoplastischen Bleiüberzug erhalten und dann, um vor Oxydation geschützt zu sein, verkupfert werden.

Um einen galvanoplastischen Bleiüberzug zu erlangen, wird ein zusammengesetzter Apparat erfordert; der zu verbleiende Gegenstand wird mit dem Zinkpole, ein Stück dünnes gewalztes Blei mit dem Kupferpole einer sehr schwachen Batterie in Verbindung gesetzt. Als Flüssigkeit ist natürlich nur ein Bleibad tauglich. Dasselbe erhält man, wenn Bleiglätte (Bleioxyd) in Wasser aufgelöst wird, das 10 Percent Aetzkali enthält; oder man kocht feingeschlemmte Bleiglätte mit Aetzkalilauge von 1·33 specifischem Gewichte bis zur Lösung des Bleies.

Will man sich das Aetzkali selbst bereiten, wozu ich nicht rathe, so kocht man in einem eisernen Kessel 10 bis 12 Theile Wasser und löst darin 1 Theil gereinigte Potasche (kohlensaures Kali) auf und fügt 1 Theil zu Pulver zerkleinerten, frisch gebrannten Kalk hinzu. Brauset diese Flüssigkeit bei einem Zusatz von verdünnter Schwefelsäure nicht mehr auf, so filtrirt man durch starke Leinwand und kocht sie in dem eisernen Kessel so lange ein, bis 100 Theile so viel wiegen wie 133 Theile Wasser. Die erkaltete Lauge gießt man in eine Flasche, verkorkt letztere gut und läßt die Flüssigkeit sich völlig klären. Benöthigt man des Bleibades, so kocht man Bleiglätte in dieser Lauge, läßt sie wieder

erkalten und das überschüssige schwere Bleioxyd sich zu Boden setzen.

Als Bleibad ist auch die sehr verdünnte Lösung des essigsauren Salzes, Bleizucker genannt, welche mit Essigsäure oder einer geringen Menge Salpetersäure gesäuert ist, zu verwenden. Hierzu kann man sich auch mehrerer einfacher Apparate, die durch Drähte verbunden sind, bedienen.

Nach Fr. Weyl wird ein reiner Bleiüberzug gewonnen, wenn man in das die Bleilösung enthaltende Gefäß ein poröses Gefäß stellt, in welchem eine Aetznatronlösung und etwas metallisches Blei enthalten ist. Der zu verbleiende Gegenstand kommt in das äußere Gefäß und wird vermittelst eines Leitungsdrahtes mit dem Blei in Verbindung gebracht.

Capitel IX.

Verzinken.

Es giebt je nach der Wahl des Bades verschiedene Methoden, galvanoplastisch zu verzinken.

Elsner löst Zink in Salzsäure auf und fügt der mit Wasser verdünnten Auflösung so lange eine Aetzkalilösung zu, bis der zuerst sich bildende Niederschlag, welcher Zinkoxydhydrat ist, sich wieder klar aufgelöst hat.

Petzold wählte ein Bad aus einer Lösung von Zinkoxyd in wässerigem Aetzkali bestehend und bereitet sich dasselbe dadurch, daß er zu einer Auflösung von reinem Zinkvitriol, d. i. schwefelsaures Zinkoxyd, so lange eine Auflösung von Aetzkali in Wasser hinzufügt, als sich ein Niederschlag bildet. Wenn dieser Niederschlag dann filtrirt und in Wasser gewaschen ist, wird er noch feucht in eine Aetzkalilösung geschüttet, worin er sich löst und diese Lösung bildet eben das Bad.

Zu diesen beiden Bädern kann nur ein zusammengesetzter Apparat verwendet werden, der mit einer Batterie von zwei Elementen in Verbindung gesetzt ist, und zwar wird der Gegenstand mit dem negativen Zinkpole und ein Stück Zinkblech mit dem Kupferpol durch Eisendraht in Verbindung gebracht.

Lonyet wendet ein anderes Bad an, er zersetzt eine mit verdünnter Schwefelsäure angesäuerte Lösung von 1 Theil schwefelsaurem Zinkoxyd in 4 Theilen Wasser durch den Strom einer Grove'schen Batterie, verbindet den Platinpol mit einem dünnen Zinkblech, somit mit der positiven Polplatte, und den Gegenstand mit dem Zinkpol. Am besten gelingt dieses Verfahren bei 20° R.

Diese Verzinkung wird vorzüglich bei Stahl- und Gußeisen-Gegenständen angewendet, um das Rosten zu verhindern, so bei Gewehrläufen, Platten 2c. Dieselben erhalten durch die galvanoplastische Verzinkung eine matt hellgraue Farbe. Soll der Rost aber wirklich vermieden werden, so muß der Gegenstand auch wirklich gut verzinkt werden, denn sonst, wie ein Rostfleck entsteht, greift er unter der Zinkhülle weiter. Das mit einer dünnen Zinkhaut überzogene Metall wird galvanisirtes Eisen genannt. Sehr gut ist es, solche Eisen- oder Stahlgegenstände früher in einer Kupferlösung mit einer dünnen Kupferschichte zu überziehen, um der Neigung zur Oxydation in der Zinklösung entgegenzutreten.

Fr. Weyl verzinkt Kupfer, sowie verkupferte Metalle durch Eintauchen in eine concentrirte Aetznatron- oder Aetzkalilösung in Contact mit Zink, dadurch, daß er die Temperatur des Bades auf 60 bis 100° C. erhöht. Das Wasser zersetzt sich, der Sauerstoff oxydirt das Zink, der Wasserstoff entweicht, das Zinkoxyd löst sich in Alkali und schlägt sich zum Theil als Metall auf den Kupfer- oder verkupferten

Gegenstand nieder. Wenn man das Zink mit metallischem Blei in Contact bringt, erfolgt die Verzinkung viel schneller.

Was speciell das galvanische Verzinken des Eisens betrifft, wird selbes in England auf folgende Art vollzogen. Um die Oberfläche der zu galvanisirenden Eisengegenstände zur chemischen Verbindung mit dem Zinke zu befähigen, ist es nothwendig, dieselben rein herzustellen, d. h. bei Gußstücken muß der etwa noch anhaftende Formsand abgebürstet, die Oberfläche frei von Fett, Lack ꝛc. durch Erhitzen und Glühen gemacht und endlich, um das Eisen frei von jedem Oxyde zu machen, gebeizt werden.

Je nach der Größe der Gegenstände wird in großen Butten oder kleinen Gefäßen aus Holz, in welchen rohe Salzsäure in unverdünntem Zustande sich befindet, das Eisen gebeizt, und zwar muß der Gegenstand sehr rasch, da das Eisen sehr stark angegriffen wird, wieder herausgenommen werden.

Sind Gegenstände stark und ungleich oxydirt, so giebt man dieselben zuerst in ein Schwefelsäurebad, und zwar 1 Raumtheil rohe Säure auf 20 bis 30 Theile Wasser. Ist das Bad zu schwach, muß es durch Nachgießen von Säure verstärkt werden. In diesem Schwefelsäurebad läßt man die Gegenstände einige Zeit, bis die Oberfläche völlig oxydfrei ist, ja man kann durch Bürsten mit Reiserbesen dem Processe zu Hilfe kommen. Nach dem Schwefelsäurebad wäscht man die Gegenstände und giebt sie dann auf einen Augenblick in das Salzsäurebad. Zur Erzeugung eines gleichmäßigen Zinküberzuges ist ein hinreichend großes Metallbad, in welches der Gegenstand ganz eingetaucht werden kann, erforderlich; man nimmt deshalb gußeiserne Kessel von halbkreisförmigem Querschnitte und langovaler Oeffnung, unter welchen Feuer angemacht werden kann.

Gut getrocknet, kommen die Sachen in das Zinkbad. Soll das Zink einen schönen, dünnen Ueberzug liefern, muß es dünnflüssig sein. Ist vor der Herausnahme die oben schwimmende Oxydschichte sorgfältig entfernt, hebt man nach der Größe der Gegenstände dieselben mit Zangen oder Flaschenzügen aus dem Bade und läßt das überflüssige Zink abfließen, was durch Klopfen befördert wird.

Unreine Ueberzüge erfolgen, wenn der Gegenstand nicht lange genug im Bade war und nicht die Temperatur des Bades angenommen hat, und wenn das Bad selbst zu kühl und unrein war, d. h. hier geschmolzenes Zink.

Kleine Gegenstände, wie Nägel, Schrauben, Ketten 2c., werden in ein Drahtnetz eingetaucht, und während des Eintauchens beständig geschüttelt.

Capitel X.

Galvanisches Verzinnen.

Die galvanoplastische Verzinnung findet zumeist Anwendung bei verschiedenen Arten von gußeisernen Röhren, dann von Statuetten aus Gußeisen und Zink. Zur Verzinnung ist nur ein schwacher Strom erforderlich, da bei einer zur starken Batterie das Zinn als graues, nicht haftendes Pulver niederfällt. Der Strom wird so geleitet, daß ein dünnes Zinnblech (Staniol) die positive Polplatte bildet.

Zum Zinnbade löst man 35 Gramm käufliches Zinnchlorid (Chlorzinn) in $1^1/_4$ Liter Wasser und fügt zu dieser Lösung eine sehr starke Aetzkalilösung so lange hinzu, bis der anfangs entstehende weiße Niederschlag, der wasserhaltiges Zinnoxyd (Zinnoxydhydrat) ist, sich klar gelöst hat.

Da das Zinn sich ebenso leicht wie Blei in Platten bringen läßt, so bedient man sich auch der Auflösung des Zinns in Königswasser, welche mit Essigsäure gesäuert ist;

ein einziges Paar mit einer positiven Elektrode von Zinn reicht hin, um zu arbeiten.

Maistraße benützte ein Verzinnungsbad aus 1000 Litern einer 3° B. starken Lösung von Aetznatron, 100 Gramm Zinnchlorür und 300 Gramm Cyankalium und nahm dann Anoden von reinem Zinn, welche sich während der Arbeit auflösten. In dieses Bad gab er die mit Säuren gut abgebeizten gußeisernen Gegenstände und ließ sie darin durch vierundzwanzig Stunden, nachdem sie mit einer Batterie von großer Oberfläche, bestehend aus einer Zink- und einer Kupferplatte von 1·2 Meter Länge und 0·7 Meter Breite, leitend in Verbindung gebracht waren, deren Platten horizontal in flachen, 15 Centimeter hohen bleiernen Gefäßen angebracht und durch einen Holzrahmen von einander isolirt waren. Auf das Kupferblech legte er ein Gemenge von gleichen Theilen Bleizucker und Kochsalz, welches er in verdünnte Schwefelsäure von 8° B. tauchte. Für je 100 Kilogramm verzinntes Gußeisen bedurfte er ungefähr 1000 Gramm gelöstes Zinn. Da man die Gegenstände dann nur mit der Kratzbürste zu bearbeiten hatte, so konnten auf diese Weise Gußwaaren jeder Form verzinnt, außerdem den Gegenständen jede beliebige Härte des Zinnüberzuges gegeben werden, Vortheile, welche beim Verzinnen auf heißem Wege nicht möglich waren. (?)

Einen weiteren Vortheil erzielte er, daß er die galvanisch verzinnten Metalle einer höheren Temperatur aussetzte, und zwar so weit, bis der Schmelzpunkt des Zinns erreicht war, dadurch gab er dem Ueberzuge das Ansehen und die Solidität, wie auf heißem Wege verzinnten Gegenständen, nur mit dem Unterschiede, daß selbst feinmaschige Drahtgewebe noch eine mehr saubere, und jede einzelne Masche sichtbare Gestalt hatten, was bei der Feuerverzinnung nicht möglich ist.

Durch das galvanische Verzinnen wurde aber auch von Maistraße eine eigene Composition entdeckt, das von ihm benannte Weißzink (zinc blanc), d. i. verzinntes Zink, welches die Eigenschaft hat, daß, wenn es bis zum Schmelzen und Anlöthen des Zinnes erhitzt wird, dehnbarer als gewöhnliches Zink ist, sich leichter walzen, prägen und sehr gut löthen läßt.

Fr. Weyl verzinnt Kupfer und verkupferte Metalle mittelst eines in einer ziemlich concentrirten Natron- oder Kalilauge gelösten Zinnsalzes, das Bad muß jedoch auf 50 bis 100° C. erwärmt werden. Ist die Temperatur kühler, muß das Bad mehr Alkali enthalten.

Einen reinen Zinnüberzug erhält man auch, wenn in das die Zinnlösung enthaltende Gefäß ein poröses Gefäß, in welchem eine Aetznatronlösung und das metallische Zinn enthalten ist, gestellt wird. Der zu verzinnende Gegenstand kommt in das äußere Gefäß und wird mittelst eines Leitungsdrahtes mit dem Zink in Verbindung gebracht. Hat sich das Natron mit dem Zinnoxyd gesättigt, so schlägt man das Zinnoxyd mit Schwefelnatrium nieder, die Aetznatronlauge wird regenerirt und das weiße Schwefelzinn läßt sich verwenden. Um die galvanische Wirkung noch zu erhöhen, kann man auch Eisen in das poröse Gefäß bringen, in dem die Natronlauge sich befindet.

Birgham verzinnt sämmtliche Metalle auf folgende Weise: er löst käufliches Zinn in Salzsäure, schlägt es aus der Lösung mittelst Kalilauge nieder, befreit den Niederschlag durch Waschen von der Säure und bringt ihn in eine Lösung von Cyankalium und Aetzkali. Ist das Zinnoxyd vollständig gelöst, so setzt man der Lösung Kalihydrat zu und das Metallbad ist fertig. In dieses Bad hängt man

nun Zinnplatten und die zu verzinnenden Metallgegenstände und stellt die Verbindung mit der Batterie wie gewöhnlich her.

T. Fearn schlägt zur Verzinnung auf galvanischem Wege folgendes Bad vor: Er löst 2 Kilogramm Zinn in 4 Kilogramm Salpetersäure, versetzt die Lösung mit 13½ Kilogramm Aetzkali, die er früher in 90 Liter Wasser gelöst hat, rührt um, bis der entstandene Niederschlag sich wieder gelöst, setzt die in 90 Liter Wasser gelösten 13½ Kilogramm Cyankalium und nachher noch 270 Liter Wasser hinzu. Das Bad ist auf einer Temperatur von ungefähr 20° C. zu erhalten.

Roseleur und Boucher verzinnten Gußeisen und Zink auf galvanischem Wege auf folgende Weise: sie lösten 6 Kilogramm phosphorsaures Natron, ½ Kilogramm gewöhnliches Zinnsalz und 1½ Kilogramm geschmolzenes trockenes Zinnchlorür in 440 Liter Regenwasser, brachten diese Lösung auf 80 bis 90° Wärme und tauchten in dieselbe das Eisen zugleich mit einigen Zinkstücken. Wird jedoch Zink galvanisch verzinnt, muß eine Batterie angewendet werden, deren positiver Pol aus einer Zinkplatte besteht.

„Zink" verzinnt man galvanoplastisch noch besser in einer durch 500 Liter Regenwasser erzeugten Lösung von ½ Kilogramm trockenes und geschmolzenes Zinnchlorür und 2½ Kilogramm pyrophosphorsaures Natron.

Die Verzinnung auf galvanischem Wege wäre dem Vorstehenden nach erschöpfend besprochen und wird gewiß jeder einsichtsvolle Arbeiter das Richtige herausfinden, indeß wollen wir der, ebenfalls auf elektrischer Wirkung beruhenden „Contrast-Verzinnung" noch erwähnen, welche besonders

bei kleinen Sachen, Stecknadeln, Schlößchen, Haken und Oesen 2c., angewendet wird.

Einige der im Obigen angeführten Compositionen ohne Ueberschuß von Alkali eignen sich wohl zu Contactverzinnung indeß ziehe ich folgende Compositionen vor:

1. 1 Kilo Cremor Tartari,
   1 Kilo Alaun,
   250 Gramm Zinnchlorür,
   100 Liter Wasser.

2. 1 Kilo Zinnchlorür (absolut trocken), welches eventuell noch bis nahe zur Schmelzung erhitzt wird.
   1 Kilo phosphorsaures Natron,
   1 Kilo Kochsalz,
   100 Liter Wasser.

Beide Gemische werden zum Sieden erhitzt, ohne Rücksicht darauf, ob sich Alles klar löst oder nicht. In dies Bad bringt man die zu verzinnenden Sachen, erhitzt und rührt beständig mit einem Zinkstreifen um. Zinkspäne oder Spiralen mit der Waare in das Bad zu legen ist nur dann zulässig, wenn gut umgerührt wird, denn überall wo das Zink die einzelnen Gegenstände berührt, bilden sich matte Stellen, die zwar durch Scheuern wieder verschwinden, indeß zu vermeiden sind.

Diese so verzinnten Waaren werden durch Scheuern in Sägespänen oder trockenen Sand blank gemacht.

Zeigt sich das Bad erschöpft, so hat man nur etwas Zinnsalz zuzusetzen, da die übrigen Salze lange verhalten.

Wird die Verzinnung grau und blind, so ist zu viel Zink im Bade, weshalb man ein neues ansetzen muß.

Capitel XI.

Ueberziehen mit Eisen.

Seit dem Jahre 1846 kann man auch Kupfer und Messing mit Eisen galvanoplastisch überziehen und dieser Ueberzug wird vorzüglich verwendet, um Kupferdruckplatten, die eine sehr starke Pressung aushalten müssen, dadurch stärker zu machen. Wir wollen nun diesen sehr bedeutenden Fortschritt in der Galvanoplastik durch alle Phasen, welche das Verfahren der Reproduction des Eisens auf galvanischem Wege durchmachte, in kurzen Worten erwähnen.

Peligot hatte schon im Anfange der Vierziger Jahre Eisenchlorür durch darüber geleitetes Wasserstoffgas reducirt, und auf diese Weise reguliniſches Eisen in oktaedrischen Krystallen und schmiedebaren Plättchen dargestellt.

Professor Böttger machte im Jahre 1846 die ersten Versuche, das Eisenchlorür durch Galvanismus zu zerlegen, und hatte den besten Erfolg; er fand jedoch bald, daß ein Gemisch von schwefelsaurem Eisenoxydul-Ammoniak und Ammonium-Eisenchlorür sich zur Eisengalvanoplastik besser eigne, und lehrte dieses Gemisch einfach durch eine wässerige Lösung von 1 Gewichtstheil Salmiak und 2 Gewichtstheilen Eisenvitriol bereiten. Als Anode benützte er ein Eisenblech, die Kathode belegte sich sofort spiegelblank mit metallischem Eisen. Als das Eisenbad gefunden war, ließ sich der Niederschlag mit Leichtigkeit gewinnen, es genügte eine gesättigte Lösung von 1 Theil Salmiak und 2 Theilen reinem oxydfreien Eisenvitriol in Wasser gemischt.

Eine praktisch bewährte Lösung erlangt man auch aus $2^1/_4$ Kilogramm Eisenvitriol, 1700 Gramm Salmiak in 17 Kilogramm Wasser gelöst.

Um einen schönen Niederschlag zu gewinnen, genügt ein Daniel'sches Element, nachdem ein Eisenblech als positive Polplatte eingesetzt ist. Ein zu starker Strom erzeugt Wasserstoffbläschen an dem zu überziehenden Gegenstande, während bei schwächerem Strom sich ein silberweißer glänzender Spiegel bildet, der in dünnen Schichten auf früher gut decapirtem Kupfer oder Messing vollkommen gut und fest haftet.

Die erste auf galvanischem Wege erzeugte vollkommene Platte dürfte die im Jahre 1847 von Liet gemachte gewesen sein.

Außer Böttger suchten **Jacquin, Meidinger, H. Berthold, C. Stammer, Feuquières** in **Paris**, **Eugen Klein** in **Petersburg** und **F. Varrentrapp** in **Braunschweig** neue Methoden und Verbesserungen zu ersinnen, um dergleichen Platten vorzüglich für die Buchdruckerpresse tauglich herzustellen, sowie durch Einführung von eisernen Clichés die Herausgabe illustrirter Druckwerke zu erleichtern und Papiergeld und Werthpapiere vor Verfälschung so viel wie möglich zu schützen.

Jacquin reinigte die Originalplatte oder eine galvanoplastische Copie zuerst mit einer Sodalösung und dann mit einer verdünnten Schwefelsäure sorgfältig und überzog sie dann mit einer dünnen Eisenschichte, welche genügte, unzählige Abdrücke auszuhalten und den Vortheil bot, daß die beim Drucken sich bildende überschüssige Schwärze von dem glatten Eisen viel leichter entfernt werden kann als von Kupfer, wodurch auch fast die halbe Zeit beim Drucken erspart wird.

Der russische Berg-Ingenieur und Dirigent des galvanoplastischen Laboratoriums der Expedition für die Anfertigung der russischen Staatspapiere in Petersburg, Herr

Eugen Klein, stellte drei Bäder aus dem bekannten Mohr'schen Eisendoppelsalze nach der Formel $Fe^2 O^3 SO_3 + NH_4 O, SO_3 + 6 HO$ zusammen, und zwar nahm er als erstes Bad eine concentrirte Lösung dieses Doppelsalzes, zum zweiten Bade eine Mischung der concentrirten Lösungen beider Salze im Verhältnisse ihrer Aequivalente d. h. eine Mischung von schwefelsaurem Eisenoxydul und schwefelsaurem Ammoniak mit schwefelsaurem Eisenoxydul und Chlor-Ammonium, endlich als drittes Bad eine von Eisenvitriol durch kohlensaures Ammoniak gefällte Lösung, wobei der Niederschlag mit Vermeidung jedes Säureüberschusses in Schwefelsäure gelöst wurde. Zur Bereitung der der zweiten Kategorie angehörenden Bäder wurden Lösungen von Chlorammonium und schwefelsaurem Eisenoxydul in äquivalenten Verhältnissen gemischt oder in einer Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul so viel Chlorammonium gelöst, als dieselbe bei etwa 19 Grad Celsius aufzunehmen vermochte. Aber trotzdem alle diese Bäder sehr concentrirt waren und als Anode Eisenblechplatten genommen wurden, die achtmal so groß als die der Kupferkathode waren, blieb der Niederschlag von Eisen ein ungünstiger, und erst als Klein eine Kupferplatte in das Bad brachte und dieselbe mit der Eisenanode verband, waren die Resultate entsprechende und er kam zu folgenden Schlüssen: Die Bildung der ersten Schicht der Eisenniederschläge erfordert stärkere oder schwächere Ströme oder mehr oder weniger concentrirte Bäder, je nachdem diese Niederschläge auf Kathoden aus Kupfer, aus Blei, Schriftmetall oder aus graphitirtem Guttapercha abgelagert werden, doch muß in allen Fällen die Kathode eine vollkommen reine Oberfläche bieten. Die Eisenniederschläge haben eine mattgraue Farbe und haften an der Kathode, ohne rissig zu werden oder aufzuschwellen. Dauert dagegen

die Abscheidung länger als 24 Stunden, so bilden sich gewöhnlich kleine Höhlungen im Niederschlage, entstanden durch zu reichliche Gasentwickelung, welcher man aber durch passende Verminderung der Stromstärke oder auch der Concentration des Bades entgegentreten kann.

C. Stammer schaltete in einen galvanoplastischen Apparat, der dazu diente, Kupferplatten zu erzeugen und somit aus Zink in Schwefelsäure, Kupferplatte in Kupfervitriollösung und Diaphragma von Schweinsblase bestand, ein Gefäß zum Niederschlagen der Eisenplatte vermittelst Kupferdrähten ein, und erzielte einen vollkommenen Erfolg. Als Eisenlösung nahm er reinsten Eisenvitriol, der ganz oxydfrei sein muß, und den er concentrirt anwendete und auch durch in einem Beutel enthaltene Krystalle so erhalten wird. Als Anode nahm er ein Eisenblech von der Größe der Kupferplatte, welche er schwach mit Stearin bestrich, um sie leichter von der Kupferplatte zu lösen. Von großer Wichtigkeit ist die Entfernung der Platten, welche nicht dieselbe während des ganzen Processes bleiben darf, sondern anfangs in einer Distanz von 3 Centimeter immer näher aneinander, bis zu 4 Millimeter Entfernung gerückt werden müssen.

Noch bessere Erfolge erzielte er mit einer mit schwefelsaurer Magnesia gemischten Eisenvitriollösung bei schwachem Strome, indem die Lösung durch kohlensaure Magnesia neutral erhalten wurde.

Fr. Varrentrapp äußert sich hierüber in verschiedenen polytechnischen Zeitschriften: Wenn man Eisenvitriol in Wasser löst und die mit dem Kupfercylinder eines einfachen Daniel'schen Elementes verbundene Eisenplatte, so wie die mit dem Zinkcylinder des Elementes leitend verbundene Metallplatte, auf welcher man Eisen in cohärenter Form

ablagern will, in die Eisenvitriollösung senkt, so wird man, wenn beide Platten ungefähr gleich groß sind, zwar einen dünnen Eisenüberzug erhalten, aber er wird nur sehr dünn bleiben und es wird in der Regel alsbald eine starke Gasentwickelung eintreten. Wenn man dagegen mit der in der Eisenvitriollösung eingetauchten Eisenplatte eine damit leitend verbundene Rolle von Eisendraht einsteckt und auf diese Weise die Eisenfläche im Verhältnisse zu der Fläche vergrößert, worauf der Eisenniederschlag erfolgen soll, so schreitet dieser Proceß tagelang ganz regelmäßig fort.

Um zu verhindern, daß sich ablösende Theile an die abzuformende Matrize legen, ist es von großem Vortheil, eine Glasscheibe, die nicht bis an die Wand des Gefäßes reicht, vor die Eisenplatte aufzustellen. Auf Metallmatrizen gelingen Eisenablagerungen sehr leicht und um so besser, wenn man diese Matrizen versilbert und durch Aussetzen in eine wenig Schwefelwasserstoffgas enthaltende Atmosphäre gelb anlaufen läßt. Bei graphitisirten Matrizen aus Wachs oder Guttapercha löst sich der Eisenniederschlag leicht ab, indem er sich, sobald er Papierdicke erlangt hat, nach rückwärts krümmt; ein Aehnliches findet statt, wenn das Schwefelsilber zu dick geworden ist. Tief und steil geschnittene Matrizen kann man auch vorher mit Alkoholdampf anfeuchten. Da die Eisenvitriolkrystalle sauere Mutterlauge eingeschlossen zu enthalten pflegen, ist es von Vortheil, zuerst eine unreine Kupferplatte einzusenken, und erst nach einer Stunde diese Kupferplatte mit der zu copirenden Matrize zu vertauschen. Die beim Eintauchen der Matrize sich bildenden Luftbläschen kann man entweder entfernen, indem man die Platte mit einem Federchen überfährt oder unmittelbar vor dem Einsenken der Matrize mit Alkohol übergießt, welcher beim Eintauchen in die Eisenvitriollösung in die Höhe steigt und

dadurch die allseitige Benetzung der Matrize veranlaßt. Die sich bildenden Glasblasen entfernt man auch bei tiefen Gefäßen durch einfaches Schütteln, bei niederen Gefäßen, indem man sie besonders anfangs von fünf zu fünf Minuten herausnimmt und mit einem kräftigen Wasserstrom abspült. Der Eisenniederschlag ändert sich je nach seiner Dicke, ist er noch dünn, bleibt er auf der Rückseite blank; so erscheint er auch bei den sogenannten verstählten Platten. Bei Papierdicke ist er matt, schön hellgrau, fast weiß, ja seidenglänzend, und sieht bei größerer Dicke wie Seidensammt aus. Eine merkwürdige Eigenschaft ist die Krümmung der beiden Platten (Kupfer- und Eisenplatte), und zwar ist die Eisenplatte dick, krümmt sich die Kupferplatte convex gegen die Eisenplatte; ist letztere dünn, so erfolgt wohl die Krümmung nicht, aber das Bestreben ist vorhanden, was sogleich bei der Ablösung von der Kupferplatte beobachtet werden kann. Ist das Eisen frisch und noch dünn gefällt, läßt sich dieser Niederschlag zwischen den Lagern zerreiben, glüht man denselben zuvor aus, ist er selbst nach verschiedenen Beizungen nicht zu zerbrechen und kann nur zerrissen oder zerschnitten werden.

Auch bezüglich der elektrischen Eigenschaften verhält sich solch niedergeschlagenes geglühtes und ungeglühtes Eisen verschieden, und es zeigte sich bei gleicher Stromstärke und bei gleichem Abstand der Platten von einander, je nachdem man Platten von geglühtem oder ungeglühtem Eisen, Zink oder Kupfer nahm, folgende Ablenkung der Magnetnadel:

Geglühtes Eisen	gegen	ungeglühtes Eisen.	Abl.	der	Magnetnadel	—	6
Kupfer	„	„	„	„	„	—	9
„	„	geglühtes	„	„	„	+	1
„	„	Zink	„	„	„	+	114
Geglühtes Eisen	„	„	„	„	„	+	114
Ungeglühtes Eisen	„	„	„	„	„	+	91

Was die Dichtigkeit solchen Eisens betrifft, so ist sie etwas geringer als die des gewöhnlichen, denn galvanisch niedergeschlagenes Eisen hat gewöhnlich 7·580 bis 7·690, während die Dichtigkeit des gewöhnlichen Eisens 7·700 ist; dafür ist galvanisches Eisen härter, läßt sich kalt hämmern, zerbricht aber bei anhaltender Bearbeitung; es läßt sich heiß schmieden; bei Abschluß der Luft erkaltet es, wird dehnbar und läßt sich kalt walzen; zwischen glühenden Kohlen erhitzt, erweitert es sich und wird schmelzbar, in Säure löst es sich ohne Rückstand auf und giebt sich dadurch als chemisch reines Eisen zu erkennen; auch behält es die magnetische Kraft in bedeutendem Grade.

Das aus dem Eisen durch Glühen und Evacuiren erhaltene Gas schwankt je nach der Dicke des Niederschlages innerhalb ziemlich weiter Grenzen. R. Lenz beobachtete ungefähr 20 bis 97 Volumen auf 1 Volumen Eisen. Die Gase bestanden aus Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenoxyd, Kohlensäure und Wasserdampf. Lenz brachte das in schmale Streifen gebrochene Eisen in eine Porzellanröhre, verschloß das eine Ende luftdicht und setzte das andere an einen Sprengel'schen Aspirator. In der Kälte ergab sich kein Volumen Gas, als die Röhre aber weißglühend wurde, entwickelte sich Gas, das er nach den, von Bunsen in seinen gasometrischen Methoden, angegebenen Regeln untersuchte. Wir geben hier die Resultate von vier durch Lenz untersuchten Niederschlägen.

I. Niederschlag auf eine hoch polirte Daguerreotypplatte, äußerst feinkörnig und vollkommen frei von Blasenbildung, mit einer Eisenschichte von 0·08 Millimeter Dicke.

II. Eine von Klein nach der in der Expedition der russischen Staatspapiere gebräuchlichen Methode präparirte

Platte, Oberfläche feinkörnig mit deutlicher Blasenbildung, von 0·125 Millimeter Dicke des Niederschlages.

III. Eine ebenso präparirte Eisenplatte, feinkörnig wie jene, von 0·14 Millimeter Dicke des Niederschlages; endlich

IV. eine durch sehr schwache Ströme reducirte Platte von 0·27 Millimeter Dicke des Niederschlages.

Die Resultate waren, wenn man das Volumen des Eisens gleich 1 stellt, folgende:

	Wasserstoff	Stickstoff	Kohlenoxyd	Kohlensäure	Wasserdampf	Summe
Platte I.	52·2	15·2	1·47	12·4	3·2	97·7
Volumen-Zusammensetzung	53·4	15·5	15·1	12·7	3·3	100·0
Platte II.	15·8	0·8	5·5	0·4	0·5	23·0
Volumen-Zusammensetzung	68·7	3·5	23·9	1·7	2·2	100·0
Platte III.	12·8	1·2	5·7	0·9	0·6	21·2
Volumen-Zusammensetzung	60·4	5·6	26·7	4·3	3·0	100·0
Platte IV.	12·0	1·2	3·6	2·8	1·0	20·6
Volumen-Zusammensetzung	58·3	5·8	17·4	13·6	4·9	100·0

Durch die zur Neutralisation der überschüssigen Säure angewendete kohlensaure Magnesia läßt sich das Vorhandensein der Kohlensäure und des Kohlenoxydes, sowie auch des Stickstoffes erklären, die in den Percentantheilen bei den verschiedenen Platten sehr schwanken; doch scheint, je dicker die Platte im Niederschlage wird, auch das Volumen des Gases zu sinken.

Lenz bewies jedoch auch, daß nur die ersten Schichten die meisten Gase absorbiren und erprobte das an einer Kupferplatte, die er in vier Theile theilte und welche er durch Isolirung mit Firniß mit vier verschiedenen Schichten von Silber überzog, dann die so überzogene Platte in vier Theile

brach und den Gasgehalt der einzelnen Schichten untersuchte. Er fand Folgendes:

Die erste Schichte von 0·01 Millimeter Dicke absorbirte 18 Kubikcentimeter; die zweite Schichte von 0·01 Millimeter Dicke 9 Kubikcentimeter; die dritte Schichte von gleicher Dicke 6 Kubikcentimeter und die vierte Schichte von dieser Dicke 4 Kubikcentimeter.

Aus dieser anfänglichen Gasentwicklung erklärt sich auch die Krümmung der Eisenplatte und der Umstand, daß bei einer gewissen Dicke der gefällten Schichte die Blasenbildung eintreten muß.

Die Vorzüge des galvanoplastisch niedergeschlagenen Eisens bestehen somit in Folgendem:

1. Der Niederschlag ist so hart wie Stahl und so spröde wie Glas.

2. Das abgelagerte Eisen ist von sehr hellgrauer Farbe.

3. Schließt sich genau den feinsten Schraffirungen der Matrize an und zeigt, wenn dieselbe hochpolirt war, eine ebenso vollendete Politur wie diese.

4. Bei Dunkelroth-Temperatur ausgeglüht, wird es viel weicher, bei Kirschroth-Temperatur ausgeglüht, wird es streckbar und läßt sich dann so leicht graviren wie weicher Stahl. Mit Kohle geglüht, cementirt es sich und wird schließlich zu Gußeisen.

5. Das abgelagerte Eisen hält sich, rein abgewaschen und in der Wärme getrocknet, gut gegen Rost.

6. Geglüht rostet es sowohl an der Luft als auch im ausgekochten Wasser schnell und färbt es grün, und im luftleeren Raume oder in einer von Sauerstoff freien Atmosphäre geglüht, wird es so weiß wie Platin.

Für die Herstellung von Kunstindustrie-Gegenständen eignet sich der galvanoplastische Niederschlag von Eisen seiner

Farbe wegen weniger und ist mehr als Curiosität zu betrachten, da es seines Aussehens halber kupferne und bronzene Gegenstände schwerlich verdrängen, noch wegen des Rostens auch vor letzteren je den Vorzug erlangen wird.

Capitel XII.

Ueberziehen mit Kobalt und einigen anderen Metallen.

Um Gegenstände mit „Kobalt“ zu überziehen, versetzt man eine salpetersaure Kobaltoxydlösung so lange mit Cyankalium, bis jeder Niederschlag sich gelöst hat. Es verbindet sich hierdurch Cyan mit Kalium und Kobalt als Cyankalium und Cyankobalt, woraus sich durch den galvanischen Strom metallisches Kobalt ausscheidet und auf den Gegenstand niederschlägt.

R. Böttger bedient sich als Kobalt-Salzsolution einer mäßig concentrirten Lösung von Ammoniumkobaltchlorür zur Elektrolyse; er bereitet sich diese Kobaltverbindung durch Auflösen von 40 Gramm krystallisirtem Kobaltchlorür und 20 Gramm Chlorammonium in 100 Kubikcentimetern destillirtem Wasser unter Hinzufügung von 20 Kubikcentimeter Salmiakgeist. Bei der Einwirkung von zwei mäßig starken Bunsen'schen Elementen erzielte er in kurzer Zeit nicht allein eine spiegelglänzende Schichte Kobalt, sondern auch eine solche Stärke, daß eine empfindliche Magnetnadel sehr stark afficirt wird.

Um das „Palladium“ in der Galvanoplastik als Ueberzug anzuwenden, wird dasselbe durch Cyanquecksilber gefällt, das niedergeschlagene Cyanür mit 7 Percent gelbem Blutlaugensalz, 3 Percent kaustischem Kali und 60 Percent Wasser gemischt, und eine halbe Stunde kochen gelassen,

nachdem man während des Kochens das verdampfte Wasser wieder ersetzt. Ist diese Lösung abgekühlt, eignet sie sich als Bad zum Verpalladiniren metallener Gegenstände.

Mit „Cadmium" überzieht man Gegenstände galvanoplastisch, wenn man sich ein von Russel und Woolrich angegebenes Cadmiumbad bereitet; es besteht aus $^1/_4$ Kilogramm kohlensaurem Cadmiumoxyd in feuchtem, ausgewaschenem Zustande in 5 Kilogramm mit Cyankalium aufgelöstem Wasser. Um mit diesem Bade Eisen oder andere Metalle mit Cadmium zu überziehen, erwärmt man das Bad auf 40 Grad und bedient sich als positiver Platte eines Cadmiumbleches.

Mit „Antimon" überzieht man Gegenstände galvanoplastisch, indem man sich als Bad nach Goré einer Lösung von Antimonchlorür, d. i. dreifach Chlorantimon oder sogenannte Spießglanzbutter, bedient. Läßt man einen sehr schwachen Strom einwirken, indem man metallisches Antimon mit dem positiven Pol und den Gegenstand mit dem negativen Pol verbunden hat, so schlägt sich reines Antimon nieder, mit einem Glanze wie Stahl, doch geschieht dieser Niederschlag sehr langsam; will man aber den Strom verstärken, so erhält der Niederschlag ein mattgraues Ansehen. Eine weitere Schwierigkeit stellt sich diesem galvanoplastischen Ueberzuge mit Antimon durch seine Gefährlichkeit heraus; denn explodirt Antimon schon, wenn dasselbe mit Salzsäure gewaschen, getrocknet und mehrere Stunden außerhalb der Lösung aufbewahrt wird, so erhält es diese Eigenschaft noch in verstärktem Maße galvanoplastisch niedergeschlagen. Nur mit einem scharfen, harten Gegenstande geritzt, explodirt der ganze Ueberzug unter Blitz, Knall und Dampf, während die glühenden Stücke herumfliegen und Papier entzünden u. s. w.

Eine Abkochung von:

½ Kilo Schwefelantimon
mit 1 Kilo kohlensaurem Kali in
8 Liter Wasser

giebt in der Hitze mit einer Antimonanode sehr gute Resultate.

Uebrigens gehört diese Manier zu den Seltenheiten in der galvanoplastischen Praxis und ist noch wenig cultivirt.

Capitel XIII.

Verschiedene Verfahren.

§. 1. Galvanisirung auf Glas und Porzellan.

Die Galvanoplastik läßt sich auch für Decorationen von Glas-, Porzellan- und Thonwaaren nutzbar machen. Die decorative Zeichnung wird in der Art ausgeführt, daß zuerst die Emails aufgemalt und eingebrannt werden, dann werden die Stellen, an welche später die erhabenen Gold- oder Silbercontouren treten sollen, mit Polir- oder gutem Glanzgold gemalt und nach dem Einbrennen in ein Kupferbad von 2 Gewichtstheilen Kupfervitriol, in 5 Gewichtstheilen Wasser gelöst, gegeben. Wenn die Kupferschichte die Höhe der Emailmalerei erlangt hat, wird das Stück oberflächlich vergoldet, und zwar je nach der Färbung in ein Goldbad (Weißgold), bestehend aus 7 Theilen Gold in Königswasser gelöst, mit überschüssigem Ammoniak gefällt, dessen Niederschlag decantirt, filtrirt und noch feucht in eine heiße Lösung von 9 Theilen Cyankalium in 30 Theilen Wasser gebracht, und diese Lösung, sobald sie vollständig erfolgt ist, wird noch mit 60 Theilen Wasser verdünnt, oder in ein Goldbad (Grüngold), bestehend aus 10 Theilen des früheren Goldbades mit einem Theile des Silberbades vermischt, und nicht filtrirt. Das Silberbad besteht aus 17 Theilen salpeter-

saurem Silberoxyd in 170 Theilen Wasser gelöst, ferner 13 Theile Cyankalium in 130 Theilen Wasser gelöst, und beide Lösungen gemischt; hierbei bildet sich zuerst ein käsiger Niederschlag, welcher sich wieder vollkommen lösen muß. Als drittes Goldbad (Rothgold) mischt man 10 Theile des ersten Goldbades mit einem Theile Cyankupferlösung.

Der galvanoplastische Kupferniederschlag auf Glas ist eine Erfindung Meilett's und besteht darin: daß Glas mit einer concentrirten Auflösung von salpetersaurem Silber und Gummi überzogen, dann über der Flamme getrocknet und zuletzt verkupfert wird. Noch besser soll das Verfahren Simson's sein, nach welchem man das Glas mit Flußspathsäure matt ätzt, mit einem Ballen feines Graphitpulver einreibt und dann den Kupferniederschlag aufbringt, welcher selbst in der Hitze sehr fest anhaftet.

§. 2. Galvanoplastik von Krystallisationen.

Fr. Kuhlmann hat ein Verfahren erfunden, Glasgefäße aller Art, ebenso Glastafeln mit einem festhaftenden krystallinischen Ueberzuge zu versehen; er löst in möglichst concentrirten wässerigen Salzsolutionen, z. B. schwefelsaurem Zinkoxyd, schwefelsaurer Magnesia u. s. w., eine entsprechende Menge Dextrin auf, filtrirt das Gemisch durch weißes Fließpapier, bestreicht mit diesem Filtrate mittelst eines feinen breiten Pinsels die Glasscheiben dünn und läßt sie in wagrechter Linie bei gewöhnlicher Temperatur liegen. Bei der Verdunstung des Wassers bilden sich nun wundervoll schöne Krystallgruppen, die an den Glasscheiben fest haften und durch Bestreichen mit einer alkoholischen Schellaklösung noch mehr fixirt werden können.

Nach der Erfindung der Galvanoplastik des Naturselbstdruckes war nun das Streben Kuhlmann's dahin

gerichtet, auch seine Erfindung durch die Galvanoplastik auszunützen. Er erzeugte feine Krystallisationen auf Platten von Eisen oder polirtem Stahl, und man konnte sie nach Art des Naturselbstdruckes auf Papier oder gewebte Stoffe übertragen.

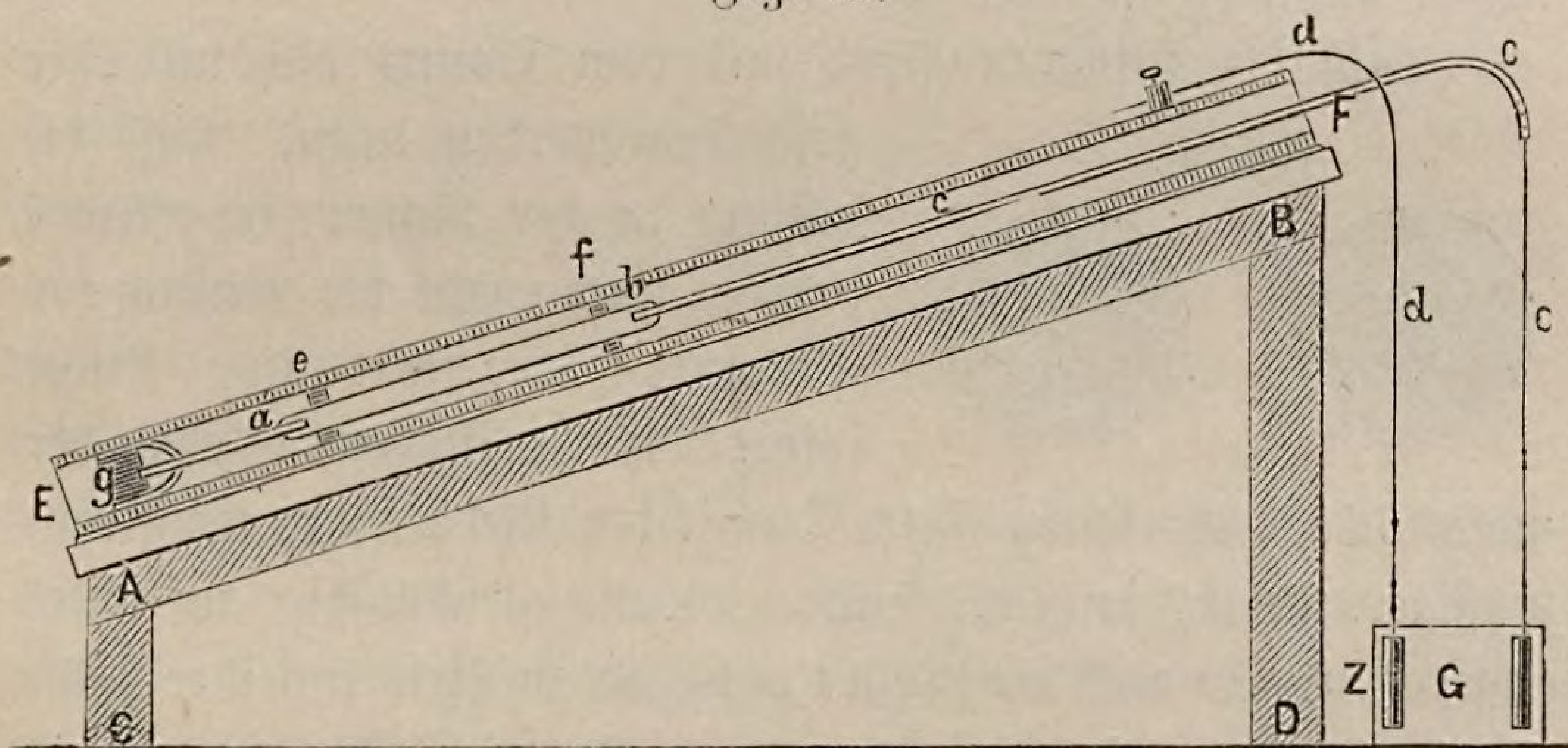
Leider erleidet die Bleiplatte bei der Pressung durch die Walze eine Streckung und hierdurch die Zeichnung eine Verziehung. Bei kleineren Objecten konnte freilich eine verticale Schrauben-Pressung stattfinden, nicht so für Zeichnungen von größerer Ausdehnung. Man verfiel daher auf die Idee, statt der Bleiplatten gleich eine ausgeglühte Kupferplatte zu nehmen, und der Erfolg war ein ausgezeichneter. Nachdem auf Platten von Eisen, polirtem Stahl oder Neusilber die Krystallisationen sich gebildet hatten, legt er darauf eine ausgeglühte Kupferplatte und unterzieht beide dem Drucke einer sehr kräftigen Walzenpresse. Die Erhabenheiten des Dessins werden Vertiefungen auf der Kupferplatte, ohne die Krystallisationsgebilde auf der Originalplatte zu zerstören, ja es können sogar Reproductionen gewässerter Salze von anscheinend geringer Widerstandsfähigkeit so behandelt werden. Nach der Pressung ist die Platte sogleich zum Drucke geeignet.

Dieses Verfahren ist wohl das billigste, kann aber doch nicht überall angewendet werden, noch weniger jedoch, wo es sich um sehr genaue Resultate handelt, da muß die galvanoplastische Methode in Anwendung kommen. Um das Verziehen durch Blei zu verhindern, preßte Kuhlmann Guttapercha auf die mit dem krystallinischen Dessin überzogenen Glas- oder Spiegelplatten, ja er nahm Abdrücke auch von gewöhnlichen Eisblumen bei sehr großer Kälte. Von dieser Guttapercha-Matrize müssen nun selbstverständlich auf galvanoplastischem Wege zwei Kupferplatten durch

Niederschläge erzeugt werden. Die erste Platte, welche die Zeichnung in erhabener Form und die zweite, welche sie in vertiefter Form bringt und die dann zum Drucke auf Papier oder Zeug sich eignet. Auf diese Weise können die feinsten Krystallisationen naturgetreu nachgebildet werden.

Für gewerbliche Zwecke bedurfte es aber der Erzeugung von Dessins ohne Ende. Auch dieses Ziel wurde dadurch erreicht, daß man statt Eisen- und Stahlplatten Walzen nahm und auf diesen die Krystalle sich bilden ließ, indem man sie langsam um ihre Achse drehte. Doch ist dieses Verfahren ein rein mechanisches und nicht hierher gehöriges.

Fig. 19.



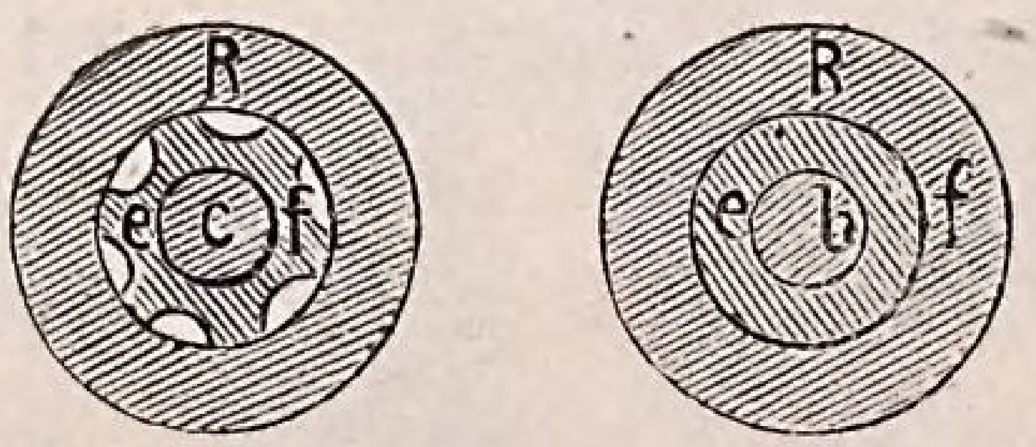
§. 3. Metallröhren innen galvanoplastisch zu überziehen.

Towle überzog Metallröhren im Innern auf folgende Weise galvanoplastisch. Er legt auf eine in einem Winkel von ungefähr 20 Grad geneigte Tafel ABCD (Fig. 19) eine gerade gerichtete Röhre EF und steckte in die Röhre, je nachdem dieselbe innen versilbert oder mit einem andern Metalle überzogen werden sollte, einen Silberstab oder anderen bezüglichen Stab ab als Anode hinein und verbindet das eine Ende b durch einen mit Kautschuk über-

zogenen Kupferdraht c mit dem positiven Pol K einer galvanischen Batterie G, während er die Röhre selbst durch den Draht d mit dem negativen Pol Z mit der Batterie in leitende Verbindung bringt. Das andere Ende der Anode oder des Silberstabes a verbindet er mit einem hohlen Conus g von Kautschuk, welcher mit einem trockenen Schwamm gefüllt ist. Sobald dieser Schwamm naß wird, dehnt er sich aus und drückt den Kautschuk dicht an die Röhrenwand, so daß die oberhalb befindliche Silber- oder andere Metalllösung nicht ausfließen kann. Die ganze Röhre braucht nicht mit der Lösung erfüllt, zu sein, sondern nur so weit, daß die Anode vollständig eingehüllt ist.

Da die Anode zugleich mit dem Conus hin und her geschoben werden kann, muß die Lösung in der Röhre der Anode folgen, und wenn die Leitung des Stromes hergestellt ist, findet sofort die Versilberung oder der metallische Niederschlag statt. Damit der Niederschlag ein gleichmäßiger werde, muß die Anode sowohl gleichmäßig auf- und abgezogen, als auch die Röhre von Zeit zu Zeit um ihre Achse gedreht werden, so daß die verschiedenen Seiten nach oben und unten zu liegen kommen.

Fig. 20.



Um zu verhindern, daß die Anode oder der Metallstab a b mit der Röhre in Berührung komme und gleichweit überall von den Wandungen der Röhre entfernt sei, befinden sich an ihren Enden, wie Figur 20 im Durchschnitte der Röhre R zeigt, Scheiben von Kautschuk e f, die jedoch nicht strenge an die Wandungen der Röhre sich anschließen und mit oder ohne Ausschnitte versehen sind, während die Anode selbst ein hoher Stab wie bei b oder ein massiver wie bei c sein kann.

Die Metalllösungen hierzu sind die bereits angegebenen so z. B. um die Röhre zu versilbern, Cyansilber in Cyankalium. Die Länge der Röhre oder der Durchschnitt derselben hat bei diesem Verfahren nichts zu bedeuten.

§. 4. Befreiung von galvanoplastischen Niederschlägen.

Die Art und Weise, wie Gegenstände galvanoplastisch vergoldet, versilbert u. s. w. werden, indem man in das Metallbad eine Gold-, Silber- oder andere Metallplatte hineingiebt und diese sich auflösen läßt, wenn sie mit dem positiven Pole der Batterie verbunden sind, dasselbe Verfahren wird auch angewendet, um galvanoplastisch vergoldete, versilberte u. s. w. Gegenstände wieder von diesem Niederschlage zu befreien, um sie theils wieder frisch zu galvanisiren oder anders zu behandeln. Man hat zu diesem Zwecke nur die Gold-, Silber- oder eine andere Metallplatte mit dem negativen Pole und den Gegenstand mit dem positiven Pole der Batterie zu verbinden, somit die Poldrähte zu verwechseln, indem sich hierdurch der Niederschlag von dem Gegenstande an Stelle der positiven Elektrode im Bade ab- und auflöst und an der Platte sich niederschlägt. Dieses Verfahren ist so einfach als möglich, nur hat man genau zu achten, bis der alte Niederschlag ganz entschwunden ist.

Soll nun der Gegenstand neu galvanoplastisch überzogen werden, dann genügt ein einfaches Umtauschen der Drähte, ohne weder die Platten noch den Gegenstand herauszunehmen, um den ganzen Vorgang von Neuem zu reproduciren, und der Gegenstand wird wieder frisch galvanoplastisch vergoldet, versilbert u. s. w.

Capitel XIV.

Die galvanoplastische Färbung der Metalle, Metallochromie, Galvanochromie.

Man kann durch den galvanoplastischen Proceß Metalle auf zweierlei Art färben, entweder durch eine bestimmte Mischung des Metallbades oder durch die sogenannten Interferenzfarben, welche durch Auftragen einer sehr dünnen Metallschichte hervorgerufen werden und infolge der Lichtbrechung farbig erscheinen. Es ist dieselbe Erscheinung, wie sie bei den Seifenblasen, den Perlmutterknöpfen rc. auftritt.

§. 1. Mischung der erforderlichen Metallbäder.

Die erste Art wird vorzüglich bei der galvanoplastischen Vergoldung und Versilberung angewendet. So wird die Vergoldung von röthlicherer oder gelblicherer Färbung, je nachdem man den Strom stärker oder schwächer wirken läßt, oder je nachdem man das Metallbad bereitet, d. h. ob man Cyaneisenkalium (gelbes Blutlaugensalz) oder weißes Cyankalium anwendet. (Siehe Vergoldung S. 167.)

Eine mehr rothe Vergoldung erlangt man auch, wenn man das Goldbad kupferhaltig dadurch macht, daß man entweder ein Kupferblech als Anode einsetzt oder eine Lösung von Cyankupferkalium dem Metallbade hinzufügt. Bereitet man sich das Goldchlorid selbst, so setzt man bei der Auflösung des Goldes in Königswasser etwas mehr oder weniger reines Kupferblech hinzu und verfährt in der bei Elsner's Vergoldung mit Cyaneisenkalium (siehe Seite 165) angegebenen Art und Weise. Je nachdem man den Strom schwächer oder stärker wirken läßt, wird bei dieser kupferhaltigen Vergoldungsflüssigkeit, bestehend aus Kalium — Gold — Kupfer — Cyanür, der Gegenstand gelblicher, da bei einem schwachen Strom zunächst nur Gold sich niederschlägt, und

röthlicher bei einem stärkeren Strom, in welchem auch das Kupfer in Mitleidenschaft gezogen wird. Die Stromstärke selbst kann aber leicht durch Erwärmen der Flüssigkeit oder durch tieferes Einsenken des Goldbleches oder durch Vermehrung der Elemente erzielt werden.

Fügt man dem fertigen Goldbade eine Lösung von Cyankupferkalium hinzu, so erhält man auf noch einfachere Art eine röthliche Vergoldung. Die Lösung von Cyankupferkalium bereitet man sich aus einer Lösung von 1 Theil Kupfervitriol in 4 bis 6 Theilen Regenwasser, der man so viel in wenig Wasser aufgelöstes Cyankalium hinzufügt, bis der anfangs entstehende bläulich-grüne Niederschlag sich ganz vollständig gelöst hat und eine klare Flüssigkeit übrig bleibt.

Eine hellgelbe Vergoldung erhält man auch, wenn man einem fertigen, durch weißes Cyankalium erzeugten Goldbade sowohl eine Cyankaliumkupferlösung als auch eine Cyankaliumsilberlösung in einem bestimmten Verhältnisse beifügt, wobei jedoch die Goldlösung immer vorwiegen muß.

Eine hellgrüne Vergoldung erlangt man, wenn man nur die Gold- und Silberlösungen mischt und keine Cyankaliumkupferlösung hinzuthut.

Nach Roseleur erlangt man einen grünen Goldniederschlag, wenn man sich ein Goldbad aus 50 Gramm Goldchlorid, 100 Gramm Cyankalium und 1 Liter Wasser bereitet, von diesem Goldbade 10 Theile mit 1 Theile eines Silberbades mischt, welches aus 25 Gramm salpetersaurem Silber, 100 Gramm Cyankalium und 1 Liter Wasser dargestellt wurde.

Grünes und rothes Gold, d. h. Lagerungen von Gold mit Silber und von Gold mit Kupfer, können in der größten Mannigfaltigkeit der Farbentöne auch in folgender Weise erzielt werden. Grünes Gold, indem man in ein

gut arbeitendes Bad von gelbem Golde, welches 5 bis 6 Gramm Gold auf ein Liter enthält, einen elektrischen Strom durch mehrere Stunden lang leitet, nachdem man am positiven Pole des Apparates ein Blech von reinem Silber befestigt hat. Wenn das am negativen Pole sich ablagernde Metall die gewünschte grünliche Nüancirung zeigt, unterbricht man die Operation und ersetzt die Silberanode durch eine aus grünem Golde bestehende Anode, worauf das Bad zum Gebrauche fertig ist.

Rothes Gold erhält man auf ähnliche Weise, indem man in einem gewöhnlichen Goldbade als Anode ein Kupferblech anwendet und dasselbe, sobald die gewünschte Nüancirung eingetreten ist, durch ein Blech von kupferlegirtem Golde ersetzt.

Eine grünlich-weiße Versilberung erhält man, wenn man die Gold- und Silberlösung wieder ohne Cyankupferkaliumlösung mit einander mischt und die Silberlösung vorwiegen läßt.

Statt der beiden Lösungen kann man auch das Goldbad einige Zeit mit einer positiven Silber-Elektrode wirken lassen, d. h. man kann statt eines Goldbleches ein mit dem positiven Pol verbundenes Silberblech in das Goldbad bringen. Noch einfacher ist es, statt eines Gold- oder Silberbleches sich gleich einer Legirung aus Gold und Silber zu bedienen, die die beabsichtigte Färbung besitzt und diese in das Bad giebt.

§. 2. Interferenzfarben, Farbenringe.

Die galvanoplastische Färbung der Metalle durch Interferenzfarben wurde zuerst im Jahre 1826 von Nobili dargestellt. Er fällte einen sehr feinen Metallniederschlag aus einer Lösung von Bleioxyd. Der Niederschlag besteht aus

Bleihyperoxyd in Verbindung des Bleies mit doppelt so viel Sauerstoff, welcher sich auf dem als positive Elektrode gebrachten Metalle absetzt und, wenn die Schichten dünn genug sind, concentrische Ringe in den schönsten Regenbogenfarben zeigt, welche nach ihnen den Namen „Nobilische Farbenringe" haben. Die hervorgebrachten Farben widerstehen im Allgemeinen ziemlich gut der Reibung, werden durch Erhitzen in überraschender Weise belebt und ertragen einen ziemlichen Grad von Hitze.

Becquerel wählte eine andere Bleilösung, durch welche er auf galvanischem Wege einen äußerst dünnen und darum farbigen Ueberzug eines Metalloxydes auf die Flächen bringt und sehr schöne farbige Niederschläge erzielt. Man kann sich dazu nur solcher Metalloxyde bedienen, welche in einem niederen Oxydationsgrade in Alkalien löslich sind. Kocht man z. B. feingepulverte Bleiglätte (Bleioxyd) in Kalilauge von 20 bis 22° B. oder Eisenvitriol in Ammoniak auf und taucht in diese Auflösung die beiden Polplatten einer Batterie, so bildet sich am positiven Pole Sauerstoff, am negativen Wasserstoff. Ist nun das aufgelöste Metalloxyd der Art, daß es sich mit dem Sauerstoff zu einem höheren, aber in den Alkalien unlöslichen Oxyde verbinden kann, so wird in den genannten Fällen an der positiven Platte sich Bleihyperoxyd oder Eisenoxyd niederschlagen. Der zu färbende Körper wird nun als positive Polplatte benützt und der Strom so geregelt, daß sich die Schicht ganz gleichförmig und in gehöriger Dicke, von welcher die Farbe abhängt, niederschlägt.

Die zu färbenden Gegenstände müssen durch alkalisches Wasser gereinigt, dann mit einem leinernen Lappen und Alkohol geputzt, mit Polirroth vollkommen polirt und nicht mit den Fingern angegriffen werden. Die Apparate bestehen

aus einer Batterie von wenigstens 6 Bunsen'schen Elementen und aus einem Gefäße, das die nicht erhitzte alkalische Metallauflösung enthält. Die zu färbenden Gegenstände müssen auf eine nicht hindernde Weise an möglichst vielen symmetrisch vertheilten Punkten mit dem positiven Poldrahte in leitender Verbindung stehen. Der negative Poldraht ist stets ein zugespitzter Platindraht, in ein Glasrohr so eingeschlossen, daß die Spitze hervorragt. Die Schnelligkeit, mit der die Farben entstehen, richtet sich nach der Stärke des Stromes und der Entfernung der Platinspitze von der Fläche.

Läßt man in einer Bleiauflösung eine Platinspitze längere Zeit einer Goldplatte gegenüber wirken, so färbt sich die Goldplatte concentrisch fortschreitend, allmählich orange, dunkelorange, perlgrau, goldgelb, roth, violett, bläulich-grün, grün, gelbroth, rothviolett, dunkelgrün und endlich schwarz. Auf Silber erscheint erst grünlich-gelb, dann gelb, roth, blau, grün und schwarz. Auf Platin fallen alle Töne mehr in's Blaue, auf Eisen und Stahl wirkt das Grau des Metalls schlecht auf die Farben, Messing läßt sich nur in kleinen Flächen färben, eben so Rothkupfer. Polirtes Argentum färbt sich gut.

Soll eine Platte gleichen Farbenton erhalten, so darf die Platinspitze nie ruhen, sondern muß immer in gleicher Entfernung von der Platte hin- und hergeführt werden. Längeres Verweilen an einer Stelle ändert den Farbenton, und man kann dadurch die Effecte mannigfach ändern.

Die vollendeten Platten werden gleich gewaschen und durch einen doppelten Ueberzug von Copalfirniß vor der rostenden Einwirkung der Luft gesichert.

Die ammoniakalische Eisenlösung eignet sich sehr gut zum galvanischen Brüniren der Gewehrläufe.

So wie bei der oxydirten Versilberung ist also auch hier das Verfahren ein umgekehrtes; am negativen Pol scheidet sich metallisches Blei ab, und die Farben entwickeln sich sehr rasch, so daß der ganze Proceß nur sehr kurze Zeit dauern darf.

Nach Elsner versetzt man eine Lösung von Bleizucker (essigsaures Bleioxyd) so lange mit einer Aetzkalilösung, bis der anfänglich entstehende Niederschlag sich wieder aufgelöst hat, hängt ein gut gereinigtes Kupferblech oder eine andere zu überziehende Platte in dieses Bad und verbindet sie mit dem Platinpol eines Grove'schen Elementes. Der Zinkpol wird mit dem Platindraht so verbunden, daß dessen Ende in der Flüssigkeit der Kupferplatte so gegenübersteht, daß es senkrecht zu derselben und ein Centimeter davon entfernt bleibt. Hierdurch bildet sich die Farbe in kreisförmigen Ringen, deren Mittelpunkt der Punkt ist, in welchem der verlängert gedachte negative Poldraht die Platte treffen würde.

Soll man Eisen-, Stahl-, Gelb- oder Rothgießerwaaren galvanisch färben, eignet sich eine Lösung von 245 Gramm Aetzkali oder 210 Gramm Aetznatron in 2 Liter destillirtem Wasser, welche Flüssigkeit man mit 157 Gramm geschlämmter Bleiglätte oder Massicot (durch Glühen von Mennige erhalten) in einer Porzellanschale unter Ersetzung des verdampfenden Wassers eine halbe Stunde lang kocht. Dann läßt man die Flüssigkeit sich klären, gießt das Klare von dem Bodensatze ab und bewahrt es zum Gebrauche auf. Die Flüssigkeit enthält Bleioxyd-Kali oder Bleioxyd-Natron. Man bringt die Flüssigkeit in eine poröse Thonzelle, umgiebt sie mit einem Glasgefäße mit auf 20 Theilen Wasser 1 Theil Säure enthaltender verdünnter Salpetersäure, bringt in diese verdünnte Säure ein Platinblech, in die Flüssigkeit der Thonzelle den zu färbenden Gegenstand und verbindet letzteren

mit dem positiven, das Platinblech mit dem negativen Pole einer Batterie.

Rühren die Farben von einer Schichte von Bleisuperoxyd her, so erscheinen sie rasch und wechseln eben so schnell, nur muß die Färbung auf einer nicht oxydirbaren Metallschicht angebracht werden, weil der zu färbende Gegenstand mit dem positiven Pole der Batterie verbunden werden muß und er nicht blank bleibt, wenn seine Oberfläche oxydirt ist; daher eignet sich am besten eine Gold- oder Platinplatte, wobei auf ersterem ein sehr schönes Grün, auf letzterem ein sehr schönes Blau sich bildet.

Um eine haltbare Farbe zu bekommen, wendet man eine Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul-Ammoniak an; man löst nämlich reinen und oxydfreien Eisenvitriol in luftfreiem Wasser, säuert die Lösung mit Schwefelsäure und setzt so viel Ammoniak hinzu, bis sich der anfangs bildende Niederschlag wieder vollständig gelöst hat. Diese Farben sind so haltbar, daß man sie mit Leder und Eisenroth, ja selbst mit Polirstahl poliren kann.

Zum Färben von Stahl- und Bronzeartikeln eignet sich folgende Flüssigkeit: Es werden 70 Gramm Kupfervitriol und weißer Candiszucker in 320 Gramm Wasser gelöst und die Lösung mit so viel starker Kali- oder Natronlauge versetzt, bis der anfangs sich bildende Niederschlag sich wieder aufgelöst und die Flüssigkeit eine dunkelblaue Farbe angenommen hat. Man gießt die Flüssigkeit in ein Porzellangefäß, dessen Boden durchbohrt, mit einem Platinblättchen versehen ist und mit dem einen Pole einer Batterie in Verbindung steht. Ist in diese Flüssigkeit der zu färbende Gegenstand getaucht, hält man in geringer Entfernung über denselben in die Flüssigkeit einen Platindraht, der mit dem anderen Pole der Batterie in Verbindung steht, erscheint

durch diese Manipulation wohl die Farbe nicht so schnell, so ist sie aber dafür dauerhafter und schöner.

Pfauenaugen ähnliche farbige Ringe kann man auf Stahl erzeugen, wenn man die polirte oder mit Säure abgebeizte Stahlplatte in eine Porzellanschale bringt und sie mit einer Auflösung von Grünspan in Essig übergießt, so daß die Stahlplatte mit der Flüssigkeit vollständig bedeckt ist; berührt man sie nur kurze Zeit mit einem Zinkstäbchen, so bilden sich um die berührte Stelle herum röthliche concentrische Ringe. Trocknet man die Platte nach Entfernung aus der Flüssigkeit gut ab und erhitzt sie über einer Lampe, so überzieht sich die Platte mit den schönsten Farben, und zwar je nach der Temperatur ist sie goldgelb, blau, orangeroth, violett, bronzefarbig.

Fünfter Theil.

Eigentliche Galvanoplastik.

Reproductionen.

Capitel I.

Galvanoplastische Niederschläge oder Reproductionen.

§. 1. Reproduction der Münzen und Medaillen.

Um von einer Münze oder einer Medaille einen galvanoplastischen Abdruck zu erlangen, kann man auf drei verschiedene Arten experimentiren, nämlich:

1. man experimentirt entweder unmittelbar mit dem Original, das die negative Elektrode darstellt, wodurch die Copie verkehrt erscheint, weshalb man, um sie richtig zu erhalten, noch einen Niederschlag von der Copie erzeugen muß, oder

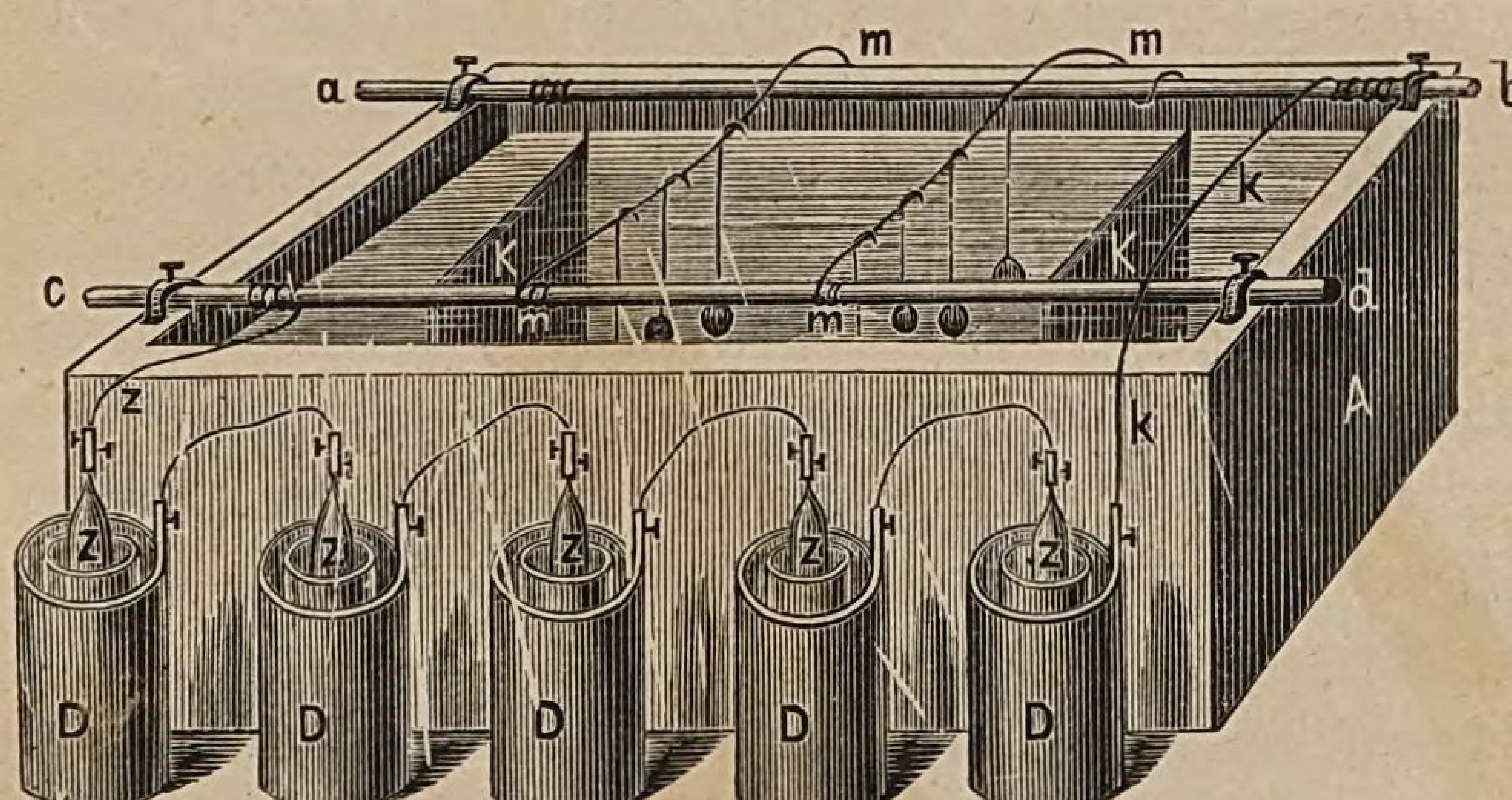
2. man nimmt von der Medaille einen Abdruck in einer schmelzbaren Legirung, bildet sich somit zuerst ein Modell der Münze, wonach der erste galvanoplastische Niederschlag schon das Relief darstellt; oder

3. man macht den Abdruck in einem der früher angegebenen plastischen Stoffe und verfährt dabei nach den daselbst angegebenen Regeln.

Arbeitet man mit der Original-Münze oder Medaille selbst, so muß die Rückseite, auf welcher kein Niederschlag

erfolgen darf, um denselben dann abnehmen zu können, mit einem fettigen Stoffe oder mit Wachs überzogen, d. h. nicht leitend gemacht werden, wonach die Medaille durch einen sehr dünnen Metalldraht, welchen man um sie befestigt, mit dem negativen Pole in Berührung gebracht wird. Ist die eine Seite auf diese Art copirt, so wird, indem man umgekehrt verfährt, d. h. die Münze auf der anderen Seite isolirt und die erste Seite von dem Fette oder Wachse gut gereinigt hat, auf letztere der galvanoplastische Niederschlag erzeugt. Sollen auf metallische oder metallisirte Modelle die Niederschläge gefällt werden, so verfährt man ebenso.

Fig. 21.



Münzen und Medaillen werden gewöhnlich nicht in einzelnen Stücken, sondern in einer größeren oder geringeren Anzahl galvanoplastisch erzeugt, man bedient sich deshalb auch nicht des einfachen Apparates, obwohl der zusammengesetzte Apparat sich zuerst nach dem Volumen und der Gestalt der zu copirenden Medaille richten muß.

In Fig. 21 ist ein Gefäß A, über welches eine Kupferstange a b und eine Zinkstange c d sich befinden, an welchen die Elektroden senkrecht angebracht sind. Sollen z. B. Münzen

verkupfert werden, so hängt man die Kupferplatte K mittelst verplatinirten oder versilberten Kupferdrahtes an die Kupferstange und verbindet diese mittelst des Kupferdrahtes k mit der Batterie D D D D D. Diese Kupferplatte setzt man einer Anzahl Münzen gegenüber, welche an Metallstäben m m mittelst des Drahtes z, der mit dem Zinkstabe in Verbindung steht, durch dünne Drähte befestigt oder vielmehr an denselben eingehängt sind und hierdurch alle mit dem Zinkpole Z der Batterie in Verbindung stehen. Durch diese Einrichtung ist es möglich, einzelne Münzen herauszunehmen, ohne die anderen zu berühren, noch den galvanischen Strom zu unterbrechen, was sehr nothwendig, da bei der Reproduction von Münzen und Medaillen das Anhängen der Luftbläschen an dem Modelle oder an der Münze sorglich zu verhüten ist, denn nur dann können alle Feinheiten des Originals erhalten werden.

Bilden sich Bläschen bei Münzen oder Medaillen von vertiefter Arbeit, so muß man sie durch gelindes Erhitzen des Bades zu entfernen suchen oder die Münzen herausnehmen und mittelst zarter Bürsten gut reinigen.

Das für galvanoplastische Reproductionen erforderliche Kupferbad besteht aus einer gesättigten Lösung von chemisch-reinem Kupfervitriol in destillirtem oder Regenwasser, der so viel chemisch-reine Schwefelsäure zugegeben wird, bis die Flüssigkeit ganz klar und ganz schwach sauer geworden.

Auf diesem gesättigten Stand muß das Bad stets erhalten werden, was sehr leicht geschieht, wenn man ein leinenes Säckchen mit Krystallen von Kupfervitriol hineinhängt und dafür sorgt, daß stets Vorrath an letzterem vorhanden ist.

Kupferanode muß reichlich vorhanden und der Strom je nach der Größe des Bades und der zu reproducirenden Körper regulirt werden.

Für Niederschläge in Silber nimmt man eine gesättigte Silbernitratlösung oder das bereits Seite 146 u. f. angegebene Bad in concentrirtem Zustande. Feine Reproductionen und Guttapercha-Matrizen erhält man am besten, wenn auf die Graphitschicht erst schwach verkupfert und dann der Silberniederschlag erzeugt wird. Allerdings wird das Kupfer schließlich wieder abgezogen, um eine reine Silberoberfläche zu erhalten.

In Gold arbeitet man ebenfalls nach dem Seite 172 bereits Gesagten: kaltes Bad, schwacher Strom, viel Anode, gute Concentration.

§. 2. Reproduction der Petschafte, Früchte, kleinen Büsten 2c.

Die bis jetzt angeführte Methode genügt, um glatte oder mit geringen Vertiefungen oder Erhabenheiten versehene Gegenstände nachzubilden. Nicht so einfach ist das Verfahren, wenn Früchte, Büsten, Statuetten u. s. w., kurz Gegenstände mit sehr ungleicher Oberfläche galvanoplastisch erzeugt werden sollen. Solche Gegenstände müssen entweder in einzelnen Stücken abgeformt und dann galvanisch nachgebildet werden, oder es muß ein Modell gemacht werden, das man dann zweckentsprechend zertheilt. Wir wollen die einzelnen Verfahren hier anführen:

Will man Petschafte in Wachsform reproduciren, überzieht man sie mit einer dünnen Schicht Reißblei und breitet dies noch mit einer harten Bürste gut aus, dann erhitzt man das eine Ende eines Drahtes und steckt es in das Petschaft hinein, bis an die Oberfläche des Reliefs, bestäubt, der

Vorsicht halber, das Drahtende rings mit Reißblei und stellt die Verbindungen wie gewöhnlich mit der Batterie her.

Um Pflanzen, Früchte u. s. w. zu reproduciren, macht man sie erst leitend, indem sie mit Graphit eingestäubt werden, und steckt in den Stiel einen feinen Draht oder eine kleine Nadel, die mittelst eines Drahtes mit dem negativen Pole des elektro-chemischen Apparates in Verbindung steht.

Soll von einer Gypsfigur eine galvanoplastische Copie gefertigt werden, so wird die Oberfläche der Gypsfigur mit Wachs getränkt oder mit Leinöl überstrichen oder sie selbst ganz und gar in Leinöl gesotten, dann sehr gut mit Graphit überbürstet und in den Apparat gebracht, worauf nach der schon angegebenen Weise ein Niederschlag darauf erhalten wird. Ist derselbe ziemlich dick, so schneidet man die Figur der Länge nach mitten durch, nimmt den Gypskern ganz oder in kleinen Stücken heraus, bindet die beiden Theile wieder zusammen oder verlöthet sie und gewinnt hierdurch eine neue Matrize. Diese überzieht man außen ganz vollkommen mit Wachs, oder was jedenfalls besser ist, mit Decklack, bringt sie wieder in den Apparat und erhält im Innern dieser Matrize eine treue Copie der Gypsfigur, nachdem die Matrize, welche zu einem neuen Niederschlage benutzt werden kann, entfernt ist. Eine einfachere Verfahrungsweise für nicht sehr fein ausgeführte Gegenstände bleibt es, die Modelle aus Guttapercha, Stearin, Leim oder Gyps herzustellen und dann galvanoplastisch zu überziehen.

Ist die Matrize auf galvanoplastischem Wege erzeugt, so muß eine große Sorgfalt darauf verwendet werden, daß das galvanische Metallbad frei im Innern circuliren kann, es müssen zu diesem Zwecke oben und unten Löcher angebracht sein, welche der Flüssigkeit den freien Durchgang

gestatten, damit auf allen Punkten der inneren Oberfläche stets die niedergeschlagenen Metalltheilchen durch frische Lösung ersetzt werden.

Eine der besten Anwendungen der Galvanoplastik ist somit die für oder vielmehr an Stelle des Metallgusses; so nimmt man von einem nicht gar großen, halb erhabenen Gegenstand die vertiefte Darstellung in Gyps ab, überzieht die ganze Gypsoberfläche sorgfältig mit Graphit, stellt die Verbindung mit der Batterie her und läßt den Niederschlag entstehen. Ist dagegen das Original von hoch erhabener Arbeit, so macht man ein Cliché in zwei Hälften, überzieht es sorgfältig mit Graphit, fügt die beiden Hälften wieder zusammen, verbindet sie durch Gyps und läßt nach Herstellung der Leitung den Strom einwirken.

Bei größeren Originalen müssen ausreichend große Gefäße genommen werden. Dann überzieht man die verschiedenen Theile des vertieft erhaltenen Modelles im Innern mit Graphit und verbindet sie durch Wachs oder Gyps so mit einander, daß sie einen Raum bilden, der die Kupferauflösung aufzunehmen im Stande ist.

Da das Volumen der Batterie in keinem Verhältnisse zu der Oberfläche des Originales stehen kann, muß bei verdünntem Bade eine starke Batterie genommen werden und das die positive Elektrode bildende Kupfer sowohl nahe bei dem Modelle oder Originale, als auch so groß als möglich sein, um den Widerstand des Stromes beim Durchstreichen möglichst zu verhindern.

Wenn man die Form oder Formhälfte einige Zeit im Bade gelassen, den Strom unterbricht und die Form herausnimmt, so bemerkt man, daß die hervorspringenden Theile der Form sich bereits mit Kupfer bedeckt haben, während auf den vertieften Partien sich noch nichts abgelagert hat.

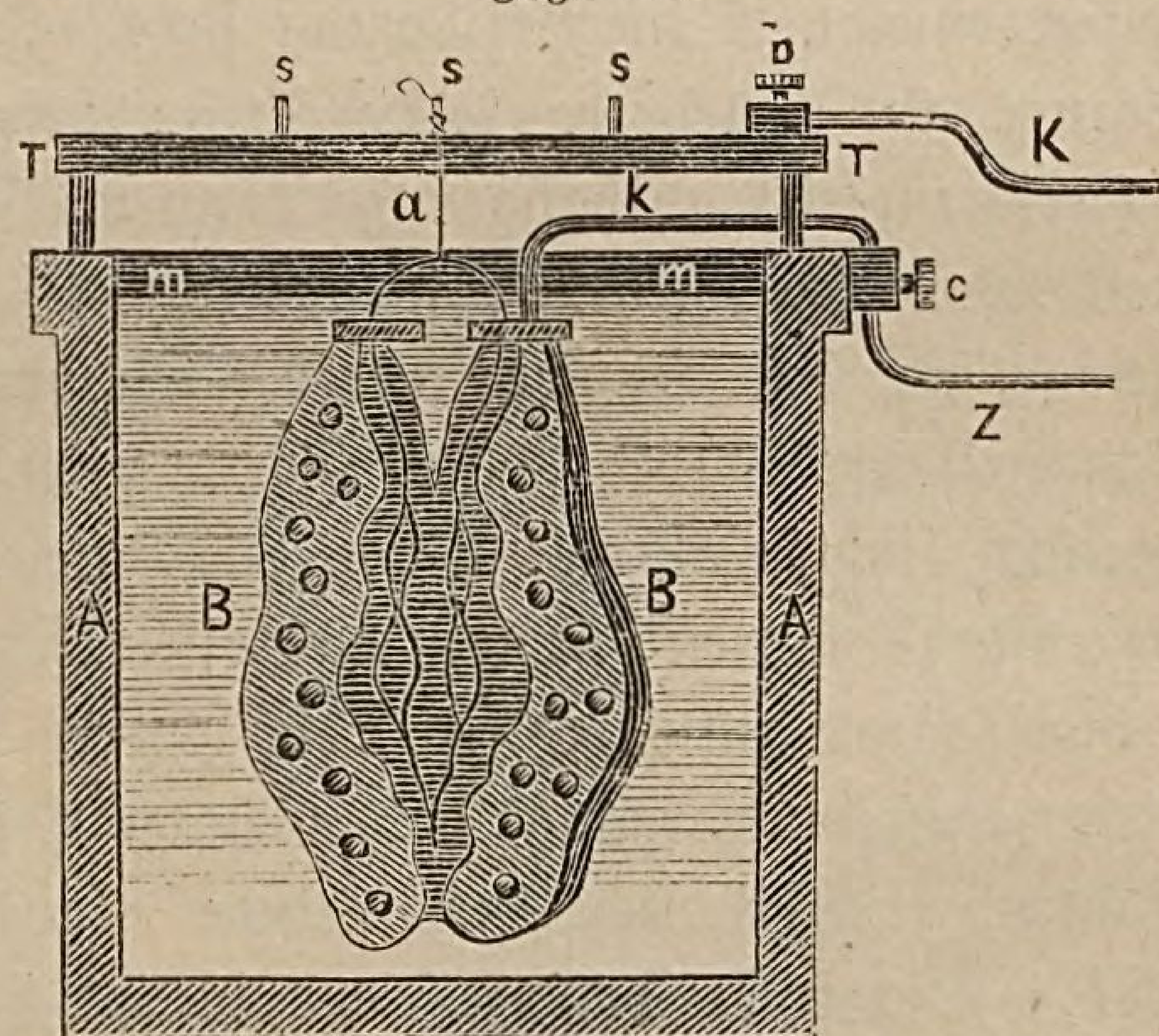
Auch nach abermaliger Einleitung des Stromes werden die erhabenen Stellen viel stärker überzogen als die vertieften hohlen Stellen. Jacobi half diesem Uebelstande wohl etwas dadurch ab, daß er das Verfahren auf das Princip der löslichen Anode basirte. Wenn man nämlich mit dem positiven Pole der Batterie eine Platte des Metalles verbindet, welches in der Lösung enthalten ist, also wie hier Kupfer im Kupferbade, so löst sie sich bekanntlich im Bade in einer Quantität auf, welche der Menge des am negativen Pole abgelagerten Metalles nahezu äquivalent ist. Jacobi schnitt deshalb die Silhouette des auszuführenden Gegenstandes in einer Kupferplatte in groben Umrissen aus und brachte sie als Anode in die Matrizenform, dann vereinigte er beide Formhälften.

Dieses Verfahren erfüllt jedoch nur so lange seinen Zweck, als das Kupfer bei seiner Auflösung kein Wasser anstatt der Kupferlösung berührt, indem von dem Momente das alte Uebel nur in verstärktem Maße auftritt. Da kam Lenoir auf die Idee, die lösliche Kupferanode durch eine unlösliche aus Platindraht zu ersetzen; denn dieses Metall erhält, da es von Sauerstoff und Schwefelsäure nicht angegriffen wird, die Stärke des galvanischen Stromes unvermindert.

Nach Lenoir wird auch die Matrize vom Original anders hergestellt. Man gießt auf die eine Hälfte einer abzuformenden Statue Gyps; ist derselbe fest geworden, so bringt man dort an die Gypsfläche, wo die zweite Formfläche angefügt werden soll, und in einiger Entfernung von der das Original berührenden inneren Fläche einige Vertiefungen an. Auf die andere Hälfte der Statue, die also nicht mit Gyps überzogen, drückt man ein inniges Gemisch von 10 Theilen Guttapercha, 4 Theilen Schweinefett und 3 Theilen Harz, das auf beinahe 80° R.

erwärmt wird, und formt so die Statue auf der einen Seite ab. Ist die Guttapercha-Masse ausgekühlt, so schlägt man die Gypsmasse ab und überzieht auf gleiche Weise auch die zweite Hälfte der Statue mit Guttapercha-Masse. Ist auch diese erkaltet, so lassen sich beide sehr leicht abnehmen und durch die zuvor im Gyps angebrachten Vertiefungen, welche nun auf der einen Guttapercha-Masse sich als Zapfen, auf der anderen als Löcher darstellen, leicht und genau zusammenpassen. Sind dann beide inneren Flächen der Form mit Graphit gut überzogen und dadurch leitend gemacht, werden sie zusammengesetzt und im Innern ein leichtes Gerippe von graden und gebogenen Platindrähten angebracht, das ungefähr die Gestalt der Original-Statue hat, aber an keinem Punkte die Graphitwand berühren darf. Ist dennoch ein Halt an irgend einem Punkte nöthig, muß dort der Draht mit Wachs oder Guttapercha gut überzogen und somit vollkommen isolirt werden.

Fig. 22.



Zu diesem Verfahren stellte Lenoir folgenden Apparat zusammen. In einem hölzernen, gut gefirnißten und mit Kupfervitriol (wenn der Gegenstand verkupfert werden soll) angefüllten Kasten A (Fig. 22) wird die Hohlform B gehängt, der Graphitüberzug durch den Kupferstreifen k mit

einer Metallleiste m m in Berührung gebracht, die mittelst einer Klemmschraube c mit dem vom negativen (Zink-) Pole kommenden Leitungsdraht Z einer galvanischen Batterie zusammengepreßt wird. Um mehrere solche Hohlformen aufhängen zu können, geht diese Metallleiste an der ganzen Seitenwand des Kastens entlang. Die in der Statue angebrachten Platindrähte werden oberhalb der Matrize alle vereinigt und durch einen Draht a an einen Stift s auf der metallenen Stange T T angebracht, welche durch eine Klemmschraube b mit dem zum positiven Pole führenden Leitungsdraht K in Berührung steht. An dieser metallenen Stange sind mehrere solche Stifte befestigt, um mehrere Objecte zugleich aufhängen zu können. Ist die Leitung auf diese Weise hergestellt, so schlägt sich auf der Graphitschichte gleichmäßig das Kupfer nieder. Dadurch bleibt die reine Schwefelsäure in der hohlen Form zurück. Diese ist jedoch specifisch leichter als die übrige Flüssigkeit, und da der hohle Gegenstand unten und oben offen ist, steigt die reine Schwefelsäure aufwärts, und der schwere Kupfervitriol dringt wieder ein, ein Vorgang, der noch durch das an den Platindrähten reichlich sich entwickelnde Sauerstoffgas befördert wird. Die freie Schwefelsäure sättigt sich oben neuerdings durch in einer Rinne oder in einem Beutel in die Flüssigkeit außerhalb der Form eingetauchte Kupfervitriolkrystalle, wodurch sowohl die Lösung concentrirt bleibt, als auch die Circulation des Bades zur gleichmäßigen Bildung des Niederschlages hergestellt ist.

Die Schwierigkeit, solche Büsten und größere hohle Gegenstände galvanoplastisch darzustellen, war damit jedoch noch nicht für den allgemeinen Gebrauch behoben, da der Preis der Platindrähte zum Skelet sehr hoch kam, indem zu einer gewöhnlichen Büste 120 bis 130 Gramm Platin

erforderlich sind, auch eine solche Operation 20 bis 25 Tage zur Reduction bedarf. Sonolet, Ingenieur bei Christofle & Comp., wählte daher statt des Platinskeletes Blei, da in elektro-chemischer Beziehung Blei sich wie Platin verhält, und nun können bei der Billigkeit, Dehnbarkeit und Unveränderlichkeit des Bleies in Säuren Büsten auf galvanoplastischem Wege mit Leichtigkeit erzeugt werden. Man verfertigt sich nämlich einen Bleikern in der ungefähren Gestalt des Gegenstandes, bohrt mehrere Löcher in denselben, damit die Flüssigkeit ungehindert circuliren kann, und bringt ihn so in die Form, daß er durch isolirte Stützen überall in gleichmäßiger Entfernug von den Wandungen derselben erhalten wird, wodurch der Niederschlag des Metalls sehr regelmäßig erfolgt. So wie die Platindrähte werden hier die Bleibleche, welche sich mit einer dünnen, jedoch schützenden Haut von braunem Oxyd überziehen, wodurch eine reichliche Entwicklung des Sauerstoffgases erzeugt und Circulation im Metallbade hergestellt wird, mit dem positiven Pole der Batterie verbunden.

Hat man große Gegenstände nicht mehrmals zu vervielfältigen, sondern nur einmal galvanoplastisch herzustellen, so kann man den Gegenstand auch aus Wachs oder aus Wachs und Harz gemischt modelliren, dann durch Graphit leitend machen und mittelst eines schwachen Stromes darüber einen möglichst gleichmäßigen Kupferniederschlag erzeugen. Hat derselbe ungefähr Papierdicke erreicht, giebt man ihn in heißes Wasser, wodurch das Wachs geschmolzen herausfließt. Ist die Form nun innen vollkommen von Wachs durch mehrmaliges Ausspülen mit Kalilauge und Alkohol und zuletzt mit reinem Wasser frei, so überzieht man, um der Form die gehörige Festigkeit zu geben, die Außenseite mit Wachs und bringt sie in den eben beschriebenen Apparat,

wodurch die Form im Innern galvanoplastisch sich mit Kupfer überzieht.

Anders verfährt man, sollen z. B. Gefäße, Schalen, Becher 2c. nur im Innern galvanoplastisch überzogen werden. In solchen Fällen schlingt man einen gut anliegenden Draht um den Gegenstand und verbindet diesen mit dem negativen Pole einer Batterie. In die nun zu galvanisirende Höhlung des Bechers oder Gefäßes gießt man das erwärmte Metallbad und taucht in dieses ein mit dem positiven Pole der Batterie verbundenes Blech desselben Metalls, mit dem der Gegenstand überzogen werden soll, welches aber die Wandungen des Gefäßes nicht berühren darf. Der Niederschlag setzt sich dann im Innern wie gewöhnlich ab.

§. 3. Spitzen und Kanten.

„Philipp in Cornwallis“ erfand das Verfahren, auch Spitzen und Kanten von Tüll mit einem galvanoplastischen Niederschlage zu überziehen, um dieselben dann zu Zierrathen als Gewandschmuck oder auf Luxusgegenständen zu benützen. Zu diesem Zwecke taucht man die Spitzen und Kanten in geschmolzenes Wachs und entfernt nach erfolgter Durchdringung das überflüssige Wachs in noch heißem Zustande durch Pressen zwischen Löschpapier. Die mit Wachs imprägnirten Fäden des Tülls werden nun gut mit Graphitpulver überpinselt und leitend gemacht. Auf diese so mit Wachs und Graphit vorbereiteten Spitzen läßt man Kupfer absetzen, und versilbert oder vergoldet die verkupferten Fäden dann galvanoplastisch nach bekannter Weise.

§. 4. Zeuge.

Die galvanoplastischen Zeuge, welche sich vorzüglich zur Bedeckung von flachen Dächern, Altanen, feuersicheren Ueberzügen und zu verschiedenen anderen Zwecken eignen, werden

auf folgende Art erzeugt: Der Grundstoff ist ein starkes Leinenzeug, auf dessen einer Fläche man eine dünne Kupferschichte ablagern läßt, deren Fäserchen sich mit denen des Zeuges so innig verbinden, daß sie mit ihnen ein Ganzes bilden. Die Schichte ist so dünn, daß 1 Quadratmeter dieses Gewebes nur 700 Gramm wiegt und dennoch eine vollkommen wasserdichte Decke bildet, während das dünnste Kupferblech von derselben Größe mehr als 2 Kilogramm wiegt. Uebrigens kann man die Metallschichte beliebig stark machen.

Man klebt zu diesem Zwecke das zu überziehende Leinenzeug ganz eben und mit möglichst wenig Kleister auf eine Kupferplatte, verbindet diese nach dem Trocknen mit dem Zinkpol einer galvanischen Batterie, taucht sie in eine Auflösung von Kupfervitriol und verbindet ein Stück Kupfer mit dem Kupferpol. Es tritt nun eine Zersetzung ein, Kupfer wird auf das Zeug niedergeschlagen und legt sich, indem es an die Kupferplatte zu dringen strebt, in alle Poren des Zeuges. Die dazu erforderliche Zeit ist nach der gewünschten Dicke des Ueberzuges verschieden, doch genügen fünf bis sechs Stunden hinlänglich. Man braucht zu dieser Arbeit nicht einmal eine galvanische Batterie, denn man hat nur nöthig, die überzogene Kupferplatte durch eine Leitung mit einer amalgamirten Zinkplatte in einem Behälter zu verbinden, welcher durch eine poröse Scheidewand in zwei Zellen getheilt ist, und die Zinkzelle mit verdünnter Salzlösung, die Kupferzelle aber mit einer Kupferlösung zu füllen.

Sollte das Kupfer am Leinenzeuge nicht fest genug haften, so darf man letzteres nur durch Einreiben mit Graphit leitungsfähig machen. Dazu dient auch ein leitender Stoff, den man durch Erhitzen von Zink und Eisen bis wenig unter die Sublimirhitze des Zinkes erhält. Die krystallinische

so gebildete Masse kann man allein, als auch mit Graphit gemengt anwenden. Durch Decken oder Ausschneiden des Kupfers an einzelnen Stellen kann man auch Zeichnungen und Ornamente darstellen, worauf im Apparate dann nur unausgeschnittene Stellen den Kupferniederschlag annehmen, der dann vergoldet oder versilbert ein sehr schönes Ansehen gewährt.

§. 5. Naturkörper.

Sowie man künstlich erzeugte Gegenstände oder Modelle galvanoplastisch überziehen kann, versuchte man es auch mit kleinen Objecten aus der Natur, diese leitungsfähig zu machen und künstlich mit Metall zu überziehen, und es gelang, Pflanzen, Blumen, Früchte, Schwämme, kleine Vögel, Insecten, ja selbst Schmetterlinge und Farnkräuter mit der größten Vollkommenheit zu überziehen. Während somit früher dergleichen Naturobjecte nur mit großer Kunstfertigkeit der Natur nachgebildet werden konnten, benützt man nun die Naturproducte selbst, überzieht sie mittelst eines Pinsels sorgsam und behutsam mit Graphit, dann gänzlich mit einem dünnen Kupferüberzug und vergoldet oder versilbert sie dann galvanoplastisch.

§. 6. Herstellung von Kunst- und Industrie-Artikeln.

Als solche galvanoplastische Kunstindustrie-Gegenstände werden kleinere oder größere, geschlossene oder durchbrochene Verzierungen, wie Rahmen, Bordüren, Rosetten, Gesimse, Guirlanden, Kränze, Köpfe, Füllungen mit bildlichen Darstellungen zur Decoration von Möbelstücken aus Holz und Metall verfertigt; dieselben sind dünn in Kupfer, mit Messing ausgefüllt und werden in der Regel galvanisch vergoldet, oder versilbert oder bronzirt. Aber auch das Alterthum wird in Schildern, Helmen, Kannen, Tellern, Platten,

Cassetten u. s. w. nachgeahmt, von welchen die glatte Rückseite mit einem Bleche belegt wird, wodurch sie stärker werden und die Rauhheit des galvanischen Niederschlages verhüllt wird; werden solche Gegenstände mit Altsilber bronzirt, gleichen sie täuschend den Originalen des Alterthums. Nicht minder vortheilhaft erweisen sich die galvanoplastischen Kunstindustrie-Gegenstände als Ausschmückungs-Gegenstände für Schreibtisch, Console und Commode, wie z. B. als Schmuckkästchen, Briefbeschwerer, Spiegelrahmen, Zündhölzchenbüchsen, Cigarrenaschen-Behälter, Leuchter, Becher, Vasen 2c. Die Gegenstände, welche durch das galvanoplastische Verfahren eine viel reichere, plastischere Ornamentik haben können wie die aus Bronze und Eisenguß, werden vergoldet oder am gewöhnlichsten mit Altsilber bronzirt, indem das Licht des Silbers von dem absichtlich dunkel gehaltenen Hintergrunde gut absticht, dem Gegenstande ein edles Ansehen giebt, außerdem leicht auszuführen und von guter Dauer ist.

Durch die Galvanoplastik ist man auch im Stande, massive Kunstwerke darzustellen, die an Feinheit und ausgezeichneter Schönheit nicht allein mit den früheren von den geschicktesten Gold- und Silberschmieden, Ciseleurs und Graveurs concurriren können, sondern den von den Meistern gelieferten Modellen vollkommen gleichen und fabriksmäßig erzeugt werden können. Man nimmt nämlich von dem fein ciselirten und gravirten Modelle Guttapercha-Abdrücke, schlägt in diesen eine dünne Kupferschicht galvanoplastisch nieder, füllt die Vertiefungen derselben auf der Rückseite mit Messing aus und verbindet die verschiedenen Theile durch Hartloth zu einem Ganzen, wonach man das Ganze galvanoplastisch vergoldet oder versilbert.

Der Gewinn durch die Galvanoplastik ist hier ein vierfacher: Zeit, Arbeit, Geld und größte Genauigkeit mit

dem Modelle; denn während ein solches Kunstwerk früher mühsam mittelst der sehr theueren, stählernen Matrizen durch einen Former, Gießer, Goldschmied, Ciseleur und Graveur dennoch nicht vollkommen genau verfertigt wurde, genügen drei Arbeiter, um die genaueste Copie in kurzer Zeit zu vollenden, und ist diese ebenso dauerhaft als das Original.

§. 7. Kunstwerke großen Umfanges.

So mühelos sich die Galvanoplastik zum Abformen flacher Gegenstände eignet, so groß sind die Schwierigkeiten, die sich der Herstellung von Figuren in hohler Form entgegenstellen, und umsomehr, wenn diese Formen die Größe einer menschlichen Figur annehmen; doch ist es möglich. Das Verfahren ist folgendes: sind große Statuen oder monumentale Bildwerke darzustellen, die auf einmal ihrer Größe wegen nicht galvanoplastisch überzogen werden können, so müssen dergleichen Gegenstände in einzelnen Stücken hergestellt werden. Man stellt den Gegenstand als Gypsmodell dar und schneidet dasselbe mit einer sogenannten Drahtsäge in verschiedene Stücke, und zwar vor Allem weit abstehende Theile, als Arme, Füße, Attribute u. s. w. Ist der Rumpf auch noch zu groß, so wird auch dieser in zweckmäßiger Weise zertheilt. Von jedem dieser einzelnen Stücke wird eine Matrize gefertigt, welche leitend gemacht und mit dem galvanoplastischen Metallniederschlage überzogen wird.

Sind alle Theile nach der früher beschriebenen Art und Weise galvanoplastisch dargestellt, so werden sie montirt, d. h. zu einem Ganzen vereinigt, indem man zuerst mittelst einer Laubsäge alle die Niederschläge, die sich über dem Rand gebildet haben, wegschneidet, dann die Ränder sorgfältig abfeilt, so daß sie genau zusammenpassen, und die ganze Figur,

wenn sie gut zusammenpaßt und mit ausgeglühtem Draht zusammengehalten wird, zusammenlöthet. Sind dergleichen Statuen sehr groß, so kann man im Innern auch Messingspangen und Verspreizungen vornehmen.

Zu so großen Matrizen eignet sich jedoch Guttapercha als Formmasse nicht gut und v. Kreß erfand eine besondere Masse. Er wählte eine Mischung von: 4 Theilen Asphalt, 12 Theilen Wachs, 4 Theilen Stearin und 3 Theilen Talg, welche eines nach dem andern in dieser Reihenfolge zusammengeschmolzen werden. Ist diese ganze Masse in allen ihren Theilen in Fluß, so mischt man so viel feinen Kienruß bei, daß die Masse eine schöne schwarze Farbe erhält, auch kann man etwas feingesiebten Gyps beimischen, doch darf die Masse nicht strengflüssig werden.

Was das Löthen betrifft, so ist jene durch elektrochemische Verfahrungsweise angeordnete die beste. Man kann entweder mit Silber oder mit Zinn löthen und dann die Oberfläche der Löthungen elektro-chemisch mit einer Schicht Metall überziehen. Man glättet nämlich die Oberfläche der Löthung und umgrenzt sie mit Glaserkitt so, daß eine Art Gefäß gebildet wird, in welches man die metallische Auflösung füllt und einen mit dem positiven Pole einer galvanischen Batterie in Verbindung stehenden Draht von demselben Metalle taucht, wodurch sich bald die Löthung mit dem metallischen Niederschlage überzieht, wenn man den Gegenstand selbst mit dem negativen Pole in Verbindung gebracht hat. Bilden sich Erhöhungen, so können diese durch schwaches Feilen beseitigt werden.

Ist die Dicke des Niederschlages an dem ganzen Objecte eine bedeutende, so kann wohl auch die Löthung einfach dadurch bewerkstelligt werden, daß man den einen Rand eines Theiles einfach glättet und in die Vertiefung eines anderen

Theiles fügt, doch ist, wie gesagt, hierzu ein sehr starker Niederschlag erforderlich und das Unternehmen daher viel kostspieliger.

So wie bei großen Gegenständen eine eigene Formmasse zur Matrize genommen werden muß, so erfordern dieselben, um einen gleichmäßigen Niederschlag zu erzielen, auch an mehreren Punkten mit dem einzelnen Pole der angewendeten Batterie verbunden zu werden.

Nach Devaranne in Berlin werden dergleichen colossale Gegenstände, nachdem sie früher theils durch Beizen mit verdünnter Schwefelsäure, theils durch Blankreiben gut decapirt worden sind, mittelst eines Flaschenzuges in ein großes, faßartiges Holzgefäß, eine sogenannte Tiene, gehängt, um welches rund herum an den Wandungen sich große, als positive Polplatten dienende Metalle befinden, von der Art, mit welcher der Gegenstand galvanoplastisch überzogen werden soll. Die Elemente werden nun nicht unter einander verbunden, sondern die Drähte jedes einzelnen Elementes mit verschiedenen Punkten des Gegenstandes und der Metallplatten in Verbindung gesetzt, selbstverständlich die positiven Drähte mit den Platten und die negativen mit dem Gegenstande. Ist auf diese Weise die Verbindung vollkommen hergestellt, läßt man den Gegenstand bei gewöhnlicher Temperatur des Bades je nach dem Niederschlage des Metalles 3 bis 8 Tage im Bade, nimmt ihn dann auf dieselbe Weise wieder heraus, spült ihn in Wasser aus und trocknet ihn.

Ein neues Verfahren hat die Christofle'sche Fabrik im Jahre 1865 eingeführt, indem sie die monumentalen Gegenstände nicht in einzelnen Stücken im gewöhnlichen Bade fertigt und dann zu einem Stück zusammenlöthet, sondern den Gegenstand in einem Stücke niederschlägt und dies dadurch erreicht, daß sie eine unlösliche Polplatte von Blei allen Theilen der geschlossenen Form in ziemlich gleichem

Abstande entgegenstellt und die dazwischen befindliche Kupfervitriollösung durch eine starke Batterie zersetzt. Der am Blei sich entwickelnde Sauerstoff verursacht eine vortheilhafte Bewegung der Flüssigkeit, wodurch die ihres Kupfers beraubten Theile rasch durch frische concentrirte Lösung ersetzt werden.

Da nämlich Blei sich elektro-chemisch ähnlich dem Platin verhält und am positiven Pole nicht merklich angegriffen wird, so lag der Gedanke nicht zu ferne, wie bei den kleinen Figuren statt des Platinskeletes einen die Form des darzustellenden Gebildes roh nachahmenden Bleikern zu verwenden. Dieser Kern wird nun, um die Circulation zu ermöglichen, mehrfach durchbohrt, dann durch isolirende Stützen im Innern der Form befestigt und mit dem positiven Pol der Batterie verbunden. Während des galvanoplastischen Processes wird das Blei mit einem dünnen, braunen Oxydhäutchen bedeckt und somit der Sitz der Sauerstoffentwickelung.

Dieses Verfahren bietet wohl den Vortheil, das Vorrichten, Aufeinanderpassen und Zusammenlöthen der einzelnen Theile des monumentalen Gegenstandes zu ersparen, hat dagegen den Nachtheil für sich, daß nur fehlerfreie Gegenstände aus dem Bade genommen werden müssen, denn die Fehler lassen sich erst nach Beendigung des Processes erkennen und dann unendlich schwer verbessern, sowie die Auslagen für die starke Batterie sehr hoch sich belaufen, es sei denn, man arbeite mit einer dynamo-elektrischen Maschine.

Aus all' dem Gesagten ergiebt sich die Frage, welche Vortheile bietet das galvanoplastische Verfahren bei großen Kunstwerken gegen den Metallguß? Im großen Ganzen die gleichen wie bei der Verfertigung der kleinen Kunstwerke; die Herstellung solcher Objecte ist leichter, einfacher, weniger kostspielig und in viel kürzerer Zeit vollbracht. Leichter und

einfacher, da nach dem galvanoplastischen Verfahren das ursprüngliche Modell bis in dessen feinste Nuancen genau nachgeahmt wird, während der Guß nach der Herstellung der Sandform erst ciselirt und überarbeitet werden muß. Während bei dem Schmelzungsprocesse der Guß oft mißlingen kann und hierzu ein Schmelzofen, viel Brennmaterial, viel Metall erforderlich ist, ergiebt sich der Niederschlag von selbst, der die Gestalt des Gegenstandes hohl läßt und dadurch nur wenig Metall erfordert oder wenn auch selbes ausgegossen werden muß, dies durch ein anderes, billigeres und leichtflüssiges Metall geschehen kann, wodurch der Kostenpunkt viel niedriger sich stellt. Ein großer Vortheil für monumentale Kunstwerke liegt aber auch darin, daß das Original, wie es aus der Hand des Meister-Künstlers oder Bildhauers hervorgeht, so ganz getreu wieder gegeben wird, ohne daß durch Ciseliren und Meißeln charakteristische Züge und Einzelnheiten verschwinden können.

Aber selbst die Nachtheile, welche man bis jetzt dem galvanoplastischen Verfahren vorwarf, nämlich die zu geringe Haltbarkeit und Festigkeit des Niederschlages, werden durch die schon jetzt aufgestellten Monumente (Gutenberg-Denkmal in Frankfurt a. M. u. a.) widerlegt. Die Behauptung, daß das galvanoplastisch niedergeschlagene Kupfer weniger dicht, somit weniger haltbar sei, widerlegt v. Kreß, indem er das specifische Gewicht verschiedener Theile obenerwähnten Denkmales mit dem von gegossenem Kupfer verglich. Er fand an den verschiedenen Statuen des Denkmales ein specifisches Gewicht des Kupfers 8·702, 8·996 und 8·853, also im Mittel 8·850. Das specifische Gewicht des geschmolzenen Kupfers wiegt nach Berzelius 8·850, nach Marchand 8·921, nach Brisson 8·788, im Mittel also 8·853. Die Differenz ist somit eine kaum nennenswerthe.

Neuere Versuche von Bouilhet weisen sogar staunende Proben bezüglich der Undurchdringlichkeit des galvanoplastisch erzeugten Kupfers nach. Er versuchte verschiedene Kupferplatten auf ihre Porosität und setzte sie einem Drucke von 10 bis 20 Atmosphären, wenn man eine Atmosphäre gleich dem Drucke von 10.333 Kilogramm auf einen Quadratmeter rechnet, aus, und der Erfolg lehrte, daß Kupferplatten von $^1/_2$ Millimeter Stärke aus geschmolzenem Kupfer nur einen Druck von 12 Atmosphären aushielten, bis Flüssigkeit durchdrang, dagegen galvanoplastisch niedergeschlagene Platten von einem halben Millimeter Dicke 20 Atmosphären ohne weiteres aushielten.

§. 8. Reproduction geebneter oder glatter Kupferplatten.

So wie man im Stande ist, Gegenstände aller Art auf galvanischem Wege vollkommen herzustellen, so versuchte man sich auch, Platten zu verschiedener Gebrauchsweise galvanoplastisch zu erzeugen, um auf denselben z. B. graviren und dann drucken zu können. Nach verschiedenen Versuchen gelang dies so vorzüglich, daß dergleichen galvanische Kupferdruckplatten bedeutende Vortheile vor den übrigen Kupferplatten bieten und zwar:

1. Sind dieselben aus reinem Kupfer dargestellt, was bei den gewalzten Kupferplatten nie der Fall war, ein Nachtheil, den sowohl der Kupferstecher beim Aetzen, wie auch der Künstler beim Graviren empfinden, indem er entweder fehlerhaften Stellen ausweichen mußte oder gar seine ganze Mühe verschwendet sah.

2. Erlangen diese galvanischen Kupferplatten, wenn sie gehämmert und mit Kohle eingerieben sind, Elasticität.

3. Sind sie vollkommen gleichartig und stehen an Härte selbst den Stahlplatten nicht nach.

4. Was die Arbeit betrifft, so ist dieselbe, trotz des langsamen Entstehens des Niederschlages, durch die Ersparung der der gewalzten Kupferplatte zu gebenden Politur eine sehr geringe.

5. Ist die Porosität eine geringere, da bei einer Platte von $1/2$ Millimeter Dicke erst bei einem Drucke von 20 Atmosphären Wasser durchdrang, was doch bei geschmolzenen Kupferplatten von gleicher Dicke schon bei 12 Atmosphären geschieht; endlich

6. ist das specifische Gewicht des galvanisch niedergeschlagenen Kupfers gleich 8·86, das des gegossenen 8·78 und des gewalzten 8·95.

Die Verfahrungsweise zur Erlangung solcher galvanischen ebenen Kupferdruckplatten ist folgende: an die hintere Fläche eines polirten Bleches wird eine Metallplatte gelöthet, welche mit dem negativen Pole einer Batterie in Verbindung steht. Das Blech taucht man jedoch nicht sofort in die Auflösung, sondern läßt es 24 Stunden lang an einem kühlen Ort der Luft ausgesetzt, damit das Original nicht an der Copie durch die Hitze des Löthens fest hänge. Als Batterie kann ein Volta'scher Apparat mit verdünnter Säure, ungefähr 1 Deciliter concentrirte Schwefelsäure auf 1·6 Liter Wasser, dienen. Der ganze Apparat, Fig. 23 und Fig. 24, ist ein sehr einfacher und unterscheidet sich nur, ob die Platten horizontal oder vertical liegen. A ist das Volta'sche Element, bestehend aus einer Platte von verplatinirtem Silber, die sich in der Mitte zwischen zwei Zinkplatten befindet und mittelst eines metallischen Drahtes c mit dem positiven Pole des zerlegenden Apparates verbunden ist. Durch den Metalldraht d sind dagegen die mit Hilfe einer

Schraube vereinigten Zinkplatten in Verbindung mit dem negativen Pole, d. h. mit dem Modelle, welches zur Verfertigung der Platten dient. Das Gefäß B oder eigentlich der zerlegende Apparat ist ein viereckiges, entweder hohes und schmales oder breites und niederes Glasgefäß, an welchem oberen Theile zwei Stäbe oder Platten sich befinden, welche die Metalldrähte und die Elektroden befestigen sollen. Man bedient sich der hohen und schmalen Gefäße, wenn man langsam experimentiren und der breiten und niederen, wenn man schnell zu einem Resultate gelangen

Fig. 23.

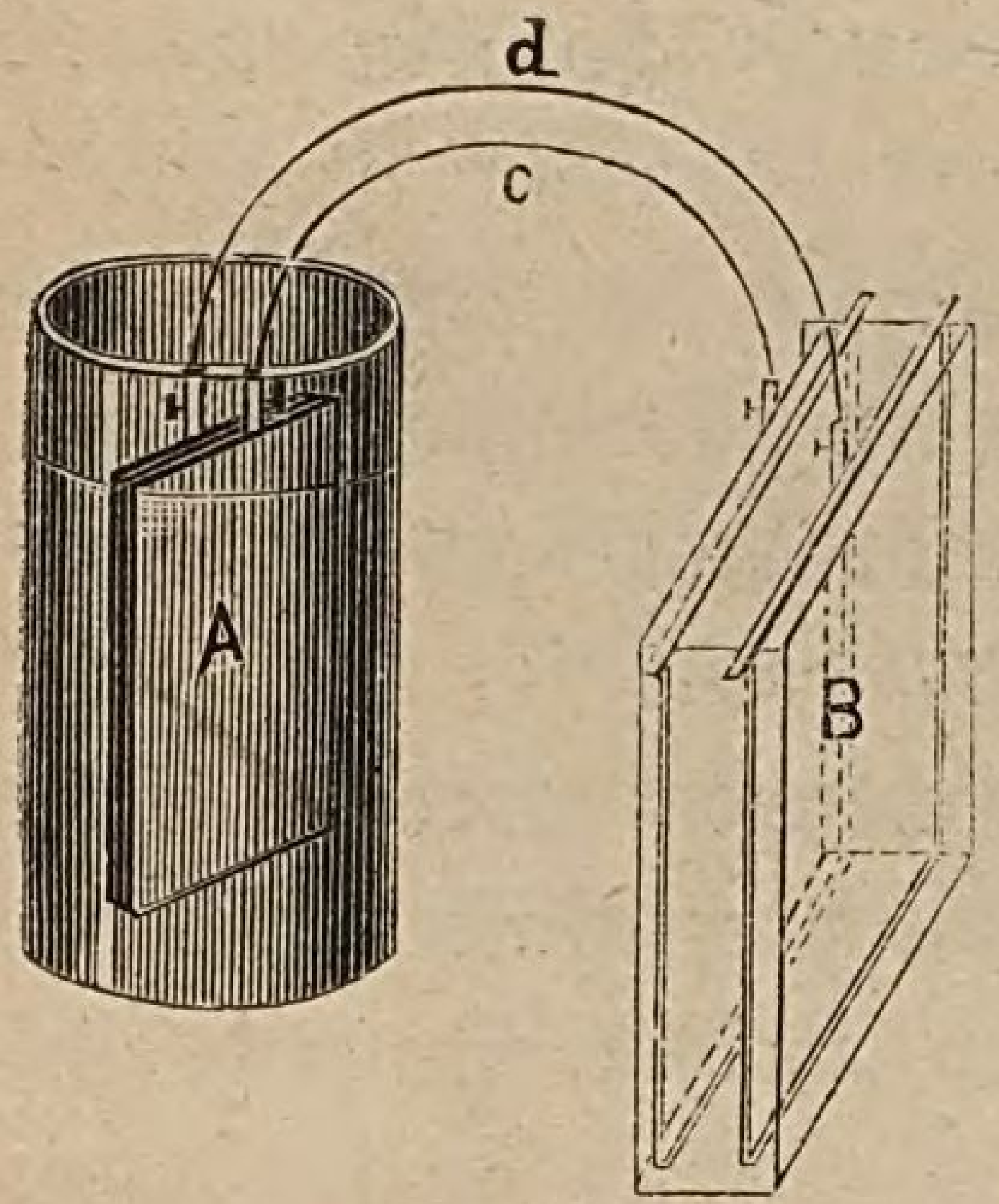
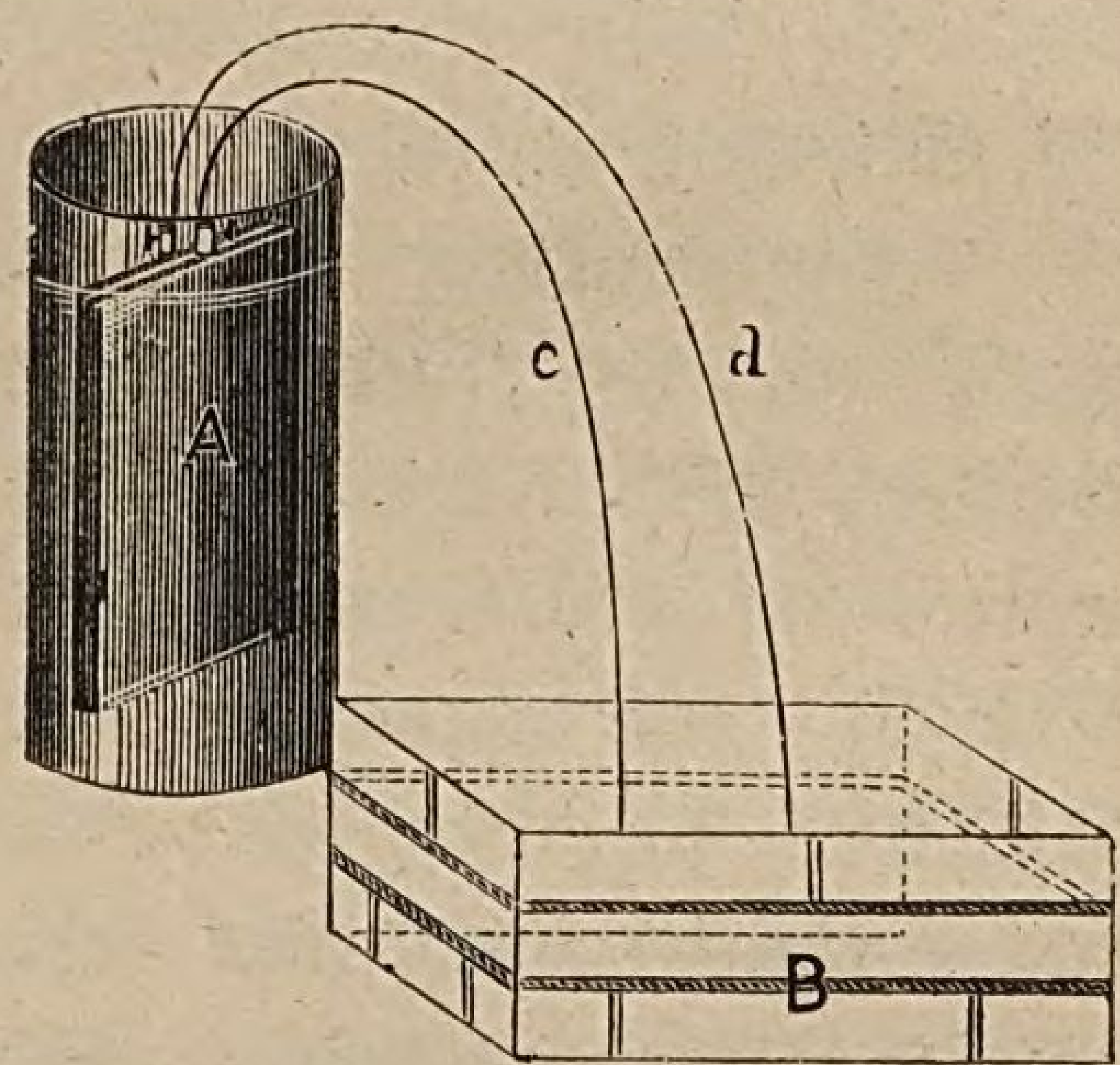


Fig. 24.



will; doch muß man dann die negative Elektrode oder das Modell unten anbringen, da sonst die Auflösung von keiner gleichförmigen Dauer wäre und sich unten Krystalle ansetzen würden.

Je nach der Menge der Volta'schen Elemente richtet sich auch die Concentration der Auflösungen von schwefelsaurem Kupferoxyd; so muß bei einem Volta'schen Elemente schon eine gesättigte Auflösung von 1 Theil Kupfervitriol zu 3 Theilen Wasser genommen werden. Nimmt man dagegen salpetersaures Kupferoxyd, so ist eine Auflösung von 500 Gramm dieses Salzes auf 1 Liter Wasser erforderlich.

Wie überall bei der Galvanoplastik, hat Temperatur und Stärke des Stromes einen großen Einfluß; so wird beim Experimentiren unter Siedhitze das Kupfer viel elastischer. Auch der Zeitpunkt der Vollendung solcher Platten hängt von obigen Momenten und auch von der Entfernung der positiven Elektrode vom Modelle ab. Ist der Strom schwach, die Säure verdünnt oder die Elektrode entfernt, kann eine Woche und noch mehr vergehen, bis eine solche Platte fertig ist, wobei sodann von drei zu drei Tagen sowohl die Säure als auch die Zinkbleche im Volta'schen Apparate gewechselt werden müssen. Ist in jeder Hinsicht das Gegentheil der Fall, so kann eine solche Platte auch schon in 24 bis 36 Stunden vollendet sein.

Eine nicht zu übersehende Sorgfalt ist auch auf das Anhängen des Niederschlages auf dem Original zu verwenden. Hierzu bedient sich Spencer des Wachses, das er warm auf die Oberfläche reibt und dann so viel wieder abwischt, daß nur ein dünnes Häutchen darauf bleibt; Boquillon schlug zuerst eine Gold- oder Silberschicht auf das Original und fing sodann den weißen Dampf eines harzigen Körpers daran auf.

Besteht das Original aus einer Stahlplatte, so muß man statt des schwefelsauren Kupferoxydes schwefelsaures Kupferoxyd-Ammoniak nehmen, da sich das Salz sonst zerlegen würde.

Die beste Originalplatte ist eine plangeschliffene und gut polirte Messingplatte von gehöriger Stärke, welche nach der Anlöthung des Leitungsdrahtes sammt diesem durch einen Ueberzug von Asphaltfirniß auf der Rückseite gehörig isolirt wird. Messing ist deshalb so zuträglich, weil es am wenigsten mit dem Kupfer zusammenwächst. Statt des oben beschriebenen Apparates leistet auch der in Fig. 17 Seite 70

abgebildete sehr gute Dienste, wobei aber die Kupfervitriol-lösung gut filtrirt worden sein muß. Hat man viele kleine Platten von gleicher Größe anzufertigen, so ist es zweck-dienlicher und leichter, größere Platten zu erzeugen und diese nach den erforderlichen Dimensionen zu zerschneiden.

Capitel II.

Anwendung der Galvanoplastik zu Copien der Holzschnitte.

Holzschnitte oder geschnittene Holzstöcke haben das Mißliche für sich, daß nach einer Reihe von Abdrücken die nächstfolgenden an Schärfe abnehmen, da die Holzstöckel durch die Pressung und Reibung beim Drucke sich abnützen und der Gefahr des Zerspringens ausgesetzt sind. Um dies zu umgehen und gleiche Abdrücke in großer Zahl zu erhalten, auch den Holzschnitt in seiner ganzen Vollendung zu be-wahren, leistet die Galvanoplastik vorzügliche Dienste.

Das Verfahren, das hierbei angewendet wird, ist folgen-des: Man verschafft sich aus Guttapercha-Masse eine fehler-freie getreue Matrize, macht diese mit Graphit leitend und giebt sie auf den Boden des äußeren Kastens des auf Seite 70 in Figur 17 beschriebenen Apparates, befestigt diese Matrize durch einige Kupferstifte an dem unteren Brette und beschwert das Brett mit einigen gefirnißten Bleigewichten, damit es nicht von der Kupfervitriollösung gehoben werden könne, die immer concentrirt bleiben muß. Ist die Leitung hergestellt, so wird die Matrize mit einem dünnen Ueberzug von Kupfer bedeckt; sobald dieser dünne Niederschlag stattgefunden hat, wird der Flüssigkeit im inneren Kasten etwas mehr Schwefelsäure zugesetzt, wodurch der Niederschlag sehr beschleunigt wird. Sind mehrere Matrizen auf einmal in diesem Apparat galvanoplastisch mit Kupfer

zu überziehen, so müssen die Kupferstifte, an welchen sie auf das Brett befestigt werden, durch ganz dünne kupferne Leitungsdrähte untereinander, sowie mit den nach außen führenden Kupferstreifen leitend verbunden sein.

Sind die Niederschläge dick genug, so werden nach Herausnahme aus dem Apparat die Matrizen von den Abdrücken getrennt und letztere gleichsam montirt, d. h. da sie auf diese Weise für den auszuhaltenden Druck zu dünn wären, zuerst auf der Rückseite verzinnt und dann durch Eingießung mit einer Legirung aus Blei, Antimon und Zinn, der sogenannte Schrift- oder Letternmasse verstärkt. Auf diese flach gemachte Legirung auf der Kehrseite wird, um dem ganzen Stöckel die richtige Höhe zu geben, ein Holzklotz noch befestigt, wonach dergleichen so hergerichtete galvanoplastische Platten zum Abdrucke vieler Holzschnitte tauglich sind, ohne den Original-Holzstock zu beschädigen.

So vortheilhaft Guttapercha zum Abformen von Holzstöcken sich eignet, wenn es gut, so mancherlei Mißstände ergeben sich, wenn es schlecht ist; denn gewöhnlich ist die Guttapercha nicht gut gereinigt und giebt fehlerhafte Abdrücke, oder es gelingen zwar die ersten Abdrücke, doch nach öfterem Gebrauche ändert sich ihre ganze Consistenz, sie wird klebrig in der Wärme und spröde in der Kälte. Man sucht wohl dieselbe so dünn wie feines Papier auszuwalzen und aus diesen durchsichtigen Streifen alle Knötchen und Unreinigkeiten herauszuschneiden, doch trotz der zeitraubenden Mühe kann dieselbe doch nicht ganz gereinigt werden. Wird eine solche Guttapercha dann zusammengeknetet und der Holzstock auf die Guttapercha mittelst der Presse eingedrückt, so heben sich beim Liegen alle jene Stellen, wo sich dicht unter der Oberfläche kleine Knötchen in der Guttapercha befinden. Wenn solche Knötchen nun auf einer größeren Fläche sich vorfinden,

so bildet diese keine vollkommene Ebene und der Abdruck erscheint dann nicht eben schwarz und weiß.

Ein weiterer Uebelstand liegt darin, daß die Guttapercha, die in Wasser erweicht werden muß, stets Wassertheilchen in sich enthält, wenn man sie auch noch so gut knetet. Erweicht man sie aber durch trockene Wärme, so bilden sich bei dem bloßen Kneten leicht Blasen. Die Wassertheilchen kommen beim Aufpressen des Holzstockes mit diesem an einzelnen Stellen in Berührung, ziehen sich in den Holzstock hinein, machen denselben dadurch uneben und damit auch die ganze Abdruckplatte.

Ein letztes, schwer zu beseitigendes Hinderniß ist auch die Abnahme der Guttapercha-Matrize von der darauf niedergeschlagenen Kupferplatte. Um so viel als möglich Material, Zeit und Geld zu ersparen, macht man dergleichen Platten sehr dünn und gießt sie, wie schon erwähnt, hinten mit Schriftmetall aus. Bevor sie nun ausgegossen werden, müssen sie mit Gewalt von der Guttapercha-Form oder Matrize getrennt werden, und da geschieht es sehr leicht, daß sie verbogen werden.

In neuerer Zeit ist man daher wieder auf die Abformung der Holzstöcke mit Wachs zurückgegangen und verfährt dabei nach F. Varrentrapp auf folgende Weise: Man schmilzt gelbes Wachs in einer kupfernen Schale, die auf einem Gefäß steht, in welchem kochendes Wasser sich befindet. Ist das Wachs zergangen, rührt man dasselbe sorgfältig durch, indem man langsam etwas venetianischen Terpentin zusetzt, und zwar den 16. bis 20. Theil des Gewichtes des Wachses. Während des Kochens schwimmen alle leichten Unreinigkeiten auf der Oberfläche, und die schweren setzen sich zu Boden; erstere entfernt man durch Abstreifen mit einem Kartenblatt und gießt dann das geschmolzene

Wachs ab, wodurch die schweren Unreinigkeiten in der Schale zurückbleiben. Dieses geschmolzene Wachs gießt man nämlich in Gefäße von Blech, die $^1/_2$ Centimeter hohen Messingrand haben, etwas größer als die Holzstöcke sind, und beobachtet, ob die Oberfläche des Wachses ganz rein ist. Hat man sich davon überzeugt, läßt man es in diesem Kästchen langsam erstarren; sobald es nur noch lauwarm ist, überzieht man die Oberfläche mit etwas geschlämmtem Graphit und bürstet mit einer Sammtbürste oder mit einem Dachshaarpinsel blank. Den Holzstock bürstet man dann ebenfalls mit Graphit ab, legt ihn auf das noch nicht ganz kalte Wachs und drückt ihn mittelst einer Presse vertical ein. Durch die Verbindung des Terpentins mit Wachs in dieser oben angegebenen Mischung bleibt letzteres nicht auf dem Holzstocke kleben, und da das Wachs noch nicht ganz erkaltet ist, erhält dasselbe auch durch seine geringe Härte keine Sprünge. Sollte der Abdruck nicht an allen Stellen gelungen sein, kann man denselben ohneweiters sogleich wieder auf den Holzstock pressen, nachdem man zuvor wieder Wachsmatrize und Holzstock gut mit Graphit abgebürstet hat. Einen blanken Messingblechstreifen, der die Form des Buchstaben Z hat, legt man auf die fertig geprägte Matrize und drückt sein vorderes Ende in das Wachs, um die leitende Verbindung der Matrize mit dem Zink in dem galvanischen Apparate herzustellen. Hat man die Matrize nochmals gut mit Graphit bestäubt, mit einem feinen Pinsel blank gebürstet, allen überflüssigen Graphit abgestäubt, dann das Gefäß, den Rand desselben mit gewöhnlichem Wachs überzogen und die Matrize mit etwas Spiritus übergossen, giebt man sie in das Metallbad, d. h. in die Kupferlösung, und stellt die Leitung her. Ein Tag und eine Nacht genügen, um eine hinreichend dicke Kupferhaut erlangt zu haben, die man ablöst, hinten mit

Letternmetall ausfüllt und zum Drucke fertig hat. (Die Benetzung mit Spiritus geschieht, um die Luft von der Matrize fern zu halten.)

Ist nach 24 Stunden der Kupferniederschlag hinreichend stark, so trennt man am leichtesten die Matrize von dem Niederschlage, ohne ihn zu verbiegen, wenn man kochendes Wasser darauf gießt, bis das Kupfer heiß ist, wonach das Wachs sich leicht ablöst; dann wirft man den Kupferniederschlag in siedend heißes Wasser und wischt mit Terpentinöl oder Alkohol und weichem Löschpapier oder mit Putzläppchen oder Bürsten das anhängende Wachs ab, schneidet den überflüssigen Rand der Platte mit einer Scheere ab und füllt den hinteren Raum mit Letternmetall aus.

Um dies zu bewerkstelligen, legt man auf eine drei Millimeter dicke eiserne oder kupferne Platte den gereinigten Kupferniederschlag, und zwar auf die Zeichnung selbst, und bestreicht dann die Rückseite mit einer aus Chlorzink und etwas Salmiak bestehenden Flüssigkeit und streut feine Körner von Schnellloth darauf. Sobald die Platte erhitzt wird, schmilzt das Loth, daß man durch einen spitzen verzinnten Kupferdraht überall hinleiten kann. Am besten ist es, nicht mehr Loth anzuwenden, als zur Bedeckung nöthig; dies kann sicher dadurch bewerkstelligt werden, daß man mittelst eines Pinsels die Rückseite der Matrize mit einem ganz concentrirten Löthwasser dünn überstreicht, dann ein Stück dicken Staniols, so groß als die Matrize, darauf legt und mittelst eines kurz geschnittenen Pinsels andrückt, sobald die Hitze so groß ist, daß der Staniol schmilzt. Auf diese heiße Platte wird nun das Letternmetall gegossen, das aus Zinn, Blei und Antimon besteht und deshalb sehr gut mit dem Schnellloth sich vereinigt. Von großem Vortheil ist es, sowohl sehr hartes Schriftmetall, als auch dieses nicht zu heiß zu

benützen, indem sehr dünne Niederschläge alsdann genügen, viele Abdrücke auszuhalten, ohne sich zu verbiegen, während bei zu großer Hitze die Verbindung mit dem Loth nicht vollständig hergestellt wird. Müssen dergleichen übergossene Kupferniederschläge dann abgehobelt und abgedreht werden, so ist wohl Acht zu geben, daß dieselben nicht verbogen werden.

Um beim Hinterlöthen und Hintergießen von großen Kupferplatten zu vermeiden, daß sich dieselben verziehen, bohrt man an die vier Ecken der Metallplatte Löcher. Eine zweite gleich große Platte hat an ihren vier Ecken vier Füße von 10 Centimeter Höhe und 1 Centimeter Dicke, die unten dünner werden und so durchlöchert sind, daß, wenn die Füße in die Löcher der anderen Platte gesteckt und durch Keile in den Löchern festgehalten werden, die beiden Platten 8 Centimeter von einander entfernt festgestellt werden können, sobald die Verzinnung stattgefunden hat. Man hat nun eine Anzahl von oben und unten ziemlich spitz gefeilter Eisendrahtenden von $2^1/_2$ Millimeter Stärke, und gerade so lang, wie der letzte Abstand der beiden Platten. Diese stellt man auf solche Punkte des Kupferniederschlages, welche die unterliegende heiße Platte berühren, und spreizt sie gegen die tischartig darüber befindliche Platte. Dann erst hintergießt man und beobachtet den Moment, wo gerade das Schriftmetall erstarren will, und schlägt dann rasch gegen die Stifte, so daß sie herausfallen. Wo dadurch etwa Löcher von etwas größerem Umfange in der Hintergießung entstehen, füllt man diese in der noch heißen Platte mit Loth aus.

Weitere Vortheile, welche die Wachsmatrizen bieten, sind:

1. Die Leichtigkeit, kleine Correcturen vorzunehmen, da sich das Wachs leicht streichen und schneiden läßt.

2. Das Wachs läßt sich im Wasserbade oder gekocht sehr oft gebrauchen, ja wird durch den darin enthaltenen Graphit nur noch besser, während alle Unreinigkeiten an der Oberfläche beim Schmelzen sich absetzen und zu Boden fallen. Wird die Masse bei öfterem Gebrauche jedoch zu trocken, so darf man nur etwas Terpentin zusetzen. Sehr gut ist es auch, die geschmolzene Wachsmasse nur durch einen Deckel bedeckt zu erhalten, der jedoch ringsum über die Wachsmasse oder respective über das Kästchen, in welchem die Wachsmasse sich befindet, 2 Centimeter hinaussteht, da alsdann das Wachs einerseits leichter schmilzt und andererseits vor Staub geschützt wird.

Als galvanischen Apparat hält F. Varrentrapp für Buchdruckereien folgenden als den besten: er nimmt einen Kasten aus Tannenholz, im Lichte 30 Centimeter hoch und breit und 80 Centimeter lang, der in den Ecken gut gefugt, dessen Boden eingefugt und mit 6 Millimeter von einander abstehenden, recht trockenen Holzdübeln in die Seitenwände befestigt ist. Sind die Bretter des Kastens nicht aus einem Stücke, so dürfen die Bretter nicht mit Leim zusammengesetzt sein, sondern mit einer möglichst dicken heißen Schellacklösung in wenig starkem Alkohol, der man etwas dicken Terpentin zugesetzt hat, zusammengefügt werden. Ist der Kasten fertig, erwärmt man ihn so stark als möglich über Feuer und gießt dann rasch eine geschmolzene Mischung aus gleichen Theilen Wachs, Fichtenharz und Guttapercha, der man etwas Leinöl zugesetzt hat, hinein. Diese Mischung vertheilt man durch Schwenken im Kasten gleichmäßig und behält den Kasten so lange in der Hand, bis die Erstarrung der Mischung eingetreten ist, damit die Vertheilung eine gleichmäßige bleibe; den oberen Rand des Kastens kann man mittelst eines Spatels mit dieser Mischung bestreichen.

Finden sich Blasen nach dem Erstarren vor, so steche man sie auf und drücke die Stellen mit einem erhitzten eisernen Spatel glatt. Was obige Mischung betrifft, so schmilzt man zuerst das Wachs zugleich mit dem vierten Theil seines Gewichtes Leinöl in einem Wasserbade, fügt dieser geschmolzenen Masse das Fichtenharz zu, schäumt alle Unreinigkeiten ab und entfernt solche durch Abgießen, dann setzt man die gereinigte Guttapercha hinzu, stellt das Gefäß über gelindes Kohlenfeuer und erhitzt die Mischung unter Rühren so stark, als es ohne Bildung von Blasen angeht, wonach man sie in den Holzkasten ausgießt. Von außen bestreicht man die Wände und den Boden des Kastens mit Oelfarbe aus gekochtem Leinöl und Eisenoxyd unter Zusatz von 1 Percent oxalsaurem oder kohlensaurem Manganoxydul drei- bis viermal. Auch die poröse Zelle wird aus Tannenholz, das mit heißem Leinöl gut getränkt ist, verfertigt, und zwar ein Kästchen von 8 Centimeter innerer Weite, 75 Centimeter Länge und 40 Centimeter Höhe, worin jedoch die eine große Seite aus lohgarem Kalbleder gebildet, welches stark mit Glycerin eingerieben und geknetet worden ist. Die eine schmale, lange Seite bleibt offen, um sowohl die Säure eingießen als auch die Zinkplatte einsetzen zu können. Die Stellen, auf welche das Leder befestigt wird, werden ebenso wie der äußere Kasten mit der Guttapercha-Mischung bestrichen, das Leder dann darüber gespannt und mit einer ebenso bestrichenen Leiste, die 4 Centimeter breit und 1 Centimeter dick ist, und so bestrichenen Messingstiften befestigt. Dieses Kästchen mit Schwefelsäure von 1 Theil concentrirter Säure auf 50 Theile Wasser gefüllt, stellt man in den großen Kasten hinein.

Eine 60 Centimeter lange und 40 Centimeter hohe Kupferplatte, deren unterer Rand in einem rechten Winkel

etwa 2 Centimeter breit umgebogen und oben an beiden Ecken mit zwei etwa 20 Centimeter langen und 2 Centimeter breiten Streifen von dünnem Kupferblech versehen ist, wird mit Platten von gegossenem oder gewalztem Zink belegt, in einen passenden Sack von weißem losen Flanell gesteckt und in die Schwefelsäure gesenkt, so daß die dünnen Kupferstreifen an beiden Seiten in die Höhe stehen. Der Flanellsack wird durch eigene kupferne Haken über der Kupferplatte geschlossen, so daß nur die Blechstreifen herausstehen. Durch die Anwendung der großen Kupferplatte, welche man so an das Kästchen stellt, daß sie mit ihrem umgebogenen Rande gegen das Leder sich anlegt, mit dem oberen Theile sich gegen die hölzerne Rückwand stützt, ist es möglich, kleinere von der Säure schon zerfressene Zinkplatten darauf legen und ausnützen zu können. Was die Zinkplatten betrifft, so müssen dieselben, wenn sie nicht amalgamirt sind, sogleich gereinigt, das heißt, mit einer scharfen Bürste und oft mit Zuhilfenahme von Sand abgebürstet werden. Ist gewalztes Zink stark mit Quecksilber amalgamirt, so dürfen sie nur selten gereinigt werden, auch kann die Säure stärker, und zwar 1 Theil concentrirte Säure auf 20 Theile Wasser angewendet werden. Beim gegossenen Zink ist noch darauf zu achten, daß dasselbe beim Gießen nicht überhitzt wird, weil sonst die galvanische Erregung eine bedeutend schwächere ist. Man vermeidet solche Ueberhitzung, indem man in das geschmolzene Zink so lange Stücke von Zink giebt, als dieselben beim Umrühren noch rasch schmelzen.

Nachdem die an der Kupferplatte befestigten beiden dünnen Kupferstreifen durch Sandpapier blank geputzt sind, biegt man sie an ihren freien Enden etwas in die Höhe und legt sie auf den Rand der schmalen Seite des Kastens; dann legt man einen 5 Millimeter dicken und 90 Centimeter

langen Messingdraht, dessen Ende man ungefähr 3 Centimeter lang rechtwinklig umbiegt, um ein Abrutschen zu verhindern, etwa 8 Centimeter von dem Leder des kleinen Kästchens abstehend, parallel mit diesem auf die von den Kupferblechstreifen gebildeten Leisten und mit diesen oben auf die schmalen Seitenwände des Kastens, den man bis zu 3 Centimeter von seinem oberen Rande mit klarer Kupfervitriollösung füllt. Der Draht hat den Zweck, die an dem Messingkästchen befindlichen graphitirten und mit einem oder zwei dünnen Messingblechstreifen versehenen Matrizen nebeneinander aufzuhängen. Auch diese Drähte müssen so wie die Kupfer- und Messingblechstreifen immer blank erhalten werden, was durch Schmirgelpapier sehr leicht bewerkstelligt wird. Um die Kupferlösung gesättigt zu erhalten, wird längs der freien langen Wand des großen Kastens hinter dem Leitungsdraht die schon besprochene durchlöcherte Rinne mit den Kupfervitriolkrystallen eingehängt, und zwar wird die Rinne so lang wie die innere Länge des Kastens geschnitten. Diese Rinne hängt man so, daß dieselbe ungefähr 3 Centimeter tief in die Vitriollösung eintaucht.

Von großem Nutzen ist es, über diesen ganzen Apparat einen Kasten von weichem Holz zu decken, der mit ein paar Handgriffen versehen ist, wodurch Staub und Verdunstung vermieden wird.

Die Menge Kupfervitriollösung, welche in diesem Kasten Platz hat, ist 20 Kilogramm Kupfervitriol in 56 Kilogramm Wasser gelöst. Man löse den Vitriol in der Hälfte heißen Wassers, also etwa 30 Kilogramm und fügt dann 26 Kilogramm Wasser hinzu, welche zugleich den Flanell auswaschen, durch welchen die heiße Lösung filtrirt ist.

Da bei 20° C. 1 Theil Kupfervitriol $2^3/_4$ Theile Wasser zu seiner Lösung bedarf, so ist nach dem Abkühlen die

Kupfervitriollösung eine gesättigte, aus welcher sich keine Krystalle ausscheiden.

Capitel III.

Galvanoplastische Matrizen für Buchdruckerlettern und Stereotypplatten.

Auch die Erzeugung der Buchdruckerlettern hat durch die Galvanoplastik eine bedeutende Vereinfachung erlangt. Während früher die Typen in Stahlstempeln geschnitten werden mußten, diese Stempel in Kupfer eingeschlagen wurden und in den so vertieften Abdrücken das Schriftmetall gegossen wurde, können jetzt durch die Galvanoplastik solch kupferne Matrizen viel leichter dadurch erzeugt werden, daß man über die Bleitypen galvanoplastische Kupfermatrizen sich macht.

Hat der Schriftgießer von einer Schriftsorte nur ein Alphabet, so ist ihm nichts leichter, als dasselbe galvanoplastisch zu copiren und die so gewonnenen kupfernen Abdrücke zum Gusse neuer Schrift zu benützen. Man löthet nämlich einfach neue Typen, die Schrift nach oben gekehrt, auf ein Kupferblech, überzieht alle nicht zu copirenden Stellen mit Wachs und bringt nun das Ganze in das Kupferbad. Auf jeder Type lagert sich dann ein Kupferniederschlag ab, den man mit hartem Lothe auf einem Kupferstäbchen befestigt und als Form beim Gusse benutzt.

Was für einzelne Lettern gilt, dasselbe Verfahren wird nun auch für den ganzen Satz oft eines ganzen Werkes angewendet. Während früher nur für sehr theuere, zumeist Tabellenwerke, oder für solche, die eine sehr große Auflage erlebten, sogenannte Stereotypplatten gegossen wurden, kann nun und wird, um das viel weichere Letternmetall zu schonen, für fast jedes in seiner Auflage größere Werk der ganze Satz galvanoplastisch dargestellt. Die Darstellungsweise ist

eine höchst einfache, indem man die ganze zu copirende Schriftseite in Gyps oder in Guttapercha abdrückt, dieses Modell, welches somit nichts weiter als der vertiefte Abdruck der gesetzten Seite ist, mit Graphit leitend macht und darauf einen galvanoplastischen Kupferniederschlag erzeugt, welcher, um nicht so stark sein zu müssen und doch den Druck in der Presse auszuhalten, auf der Rückseite mit Schriftmetall ausgefüllt und so verstärkt wird. Selbstverständlich gelten hier auch alle jene Beobachtungen und Vorschriften, welche früher in Beziehung auf die Herstellung der Modelle, sowie von dem Niederschlage selbst gemacht wurden.

Capitel IV.

Reproduction gravirter Kupferplatten.

Die gravirten Kupferplatten können ebenso reproducirt werden wie die geebneten. Wenn die Zeichnung vertieft gravirt ist, so muß man sich zuerst eine erhabene Copie verschaffen dadurch, daß man denselben Weg einschlägt, wie um eine geebnete Platte zu erhalten, oder daß man durch eine von Oxyd freie Bleiplatte einen Abdruck nimmt, d. h. daß man die Bleiplatte in eine Kupferdruckpresse legt, darüber ein Eisenblech und darunter die gravirte Platte giebt und einem starken Drucke durch die Presse aussetzt. Leider wirft sich bei dieser Manipulation sehr oft die gravirte Platte, und deshalb ist es besser, auf die Bleiplatte zunächst eine Kupferplatte und darüber irgend eine metallische Platte zu legen, wodurch sich letztere wirft. Sicherer ist es, immer eine Copie aus Gyps oder Wachs zu machen und mit Reisblei zu überziehen. Hat man die erhabene Copie erhalten, arbeitet man, um die vertiefte Copie zu erlangeu. Ist die hintere Oberfläche der erhaltenen Platte mehr oder minder rauh, so

macht man sie eben; ist dieselbe dagegen zu dünn, so löthet man an die hintere Seite eine Eisen- oder Kupferplatte, um ihr Haltbarkeit zu geben; doch ist dieses Verfahren nur im strengsten Nothfalle anzuwenden, weil bei der höheren Temperatur die Metalle sich sehr ausdehnen und das Modell sich leicht werfen kann. Bei Stahlplatten darf selbstverständlich auch hier nicht schwefelsaures oder salpetersaures Kupferoxyd genommen werden, sondern muß mit einer ammoniakalischen Kupferlösung gearbeitet werden.

Um den Apparat von S. 70 Fig. 17 zu benützen, überzieht man die Kupferstichplatte zunächst mit einer ganz dünnen Silberschicht und nimmt dann eine galvanoplastische Copie, d. h. einen Kupferniederschlag davon. Man umgiebt die Kupferplatte mit einem Rande von Klebwachs und setzt sie in den Apparat von Fig. 17 auf das Brett unter dem Bänkchen auf den Boden des Gefäßes und verbindet dieselbe mit dem Zinkpole der Batterie durch einen isolirten Metallstreifen. Die Kupferplatte K, welche auf das mit Leinwand überdeckte Bänkchen zu liegen kommt, muß man ungefähr in derselben Größe nehmen wie die zu copirende Platte. Der Niederschlag erfolgt, sobald die Kupferlösung in's Bad gebracht und die Verbindung des galvanischen Stromes hergestellt ist. Ist der Niederschlag dick genug, so nimmt man die Originalplatte mit der galvanoplastischen Copie aus dem Apparat, spült sie in Wasser aus, entfernt den Wachsüberzug, feilt den Rand, der sich allenfalls gebildet hat, ab und trennt die Copie von der Originalplatte.

Wenn man nun diese erhaltene Copieplatte wieder versilbert und denselben Proceß mit der neuen Platte vornimmt, wie früher mit der Originalplatte, so erhält man eine ganz genaue Copie der ursprünglichen gravirten Kupferdruckplatte.

Ein vortreffliches Mittel, um das Anhaften der Originalplatte an der Matrize zu verhüten, besteht darin, die ganz schwach versilberte Originalplatte mit einer sehr verdünnten Jodlösung, und zwar in 20.000 Theilen Alkohol 1 Theil Jod, zu waschen und sodann durch einige Stunden der Einwirkung des Sonnenlichtes auszusetzen.

Bei der Gravirung der Kupferplatte ist ja nicht zu übersehen, daß alle Gravirungen sich nach unten verengern müssen, indem im entgegengesetzten Falle die galvanoplastische Platte von dem Originale nicht losgetrennt werden könnte.

Stellt man eine Vergleichung zwischen den gravirten gewalzten Kupferdruckplatten und den galvanoplastisch vervielfältigten an, so bieten letztere zuerst den Vortheil, daß die Originalplatte unbeschädigt bleibt, welche sonst durch den starken Druck in der Presse nach wenigen Abdrücken nicht mehr den Werth hat wie zuvor, der Abdruck von der galvanoplastisch erzeugten Kupferdruckplatte aber ebenso genau ist, wie der von der Originalplatte, dagegen beinahe gleiche Härte wie eine Stahlplatte besitzt und deshalb viel mehr Abdrücke zuläßt.

Aber selbst bei anzubringenden Correcturen auf der Kupferstichplatte ist dies mit Hilfe der Galvanoplastik leicht. George erfand folgende Verfahrungsweise: Er überzog eine solche zu corrigirende Kupferplatte zunächst mit Wachs und ließ nur die früher sehr gut gereinigte und mit einem Grabstichel blank geschabte fehlerhafte Stelle frei, bildete um diese durch Wachs einen erhabenen Rand, so daß gleichsam ein Gefäß von Wachs mit einer blanken Kupferplatte als Boden gebildet wird, gießt in dieses Kupfervitriol und stellt eine kleine Thonzelle hinein, welche mit concentrirter Schwefelsäure gefüllt und mit einem Stückchen Zink versehen ist. Sobald die Leitung des Stromes mittelst eines Kupferdrahtes

an der Platte hergestellt ist, lagert sich auf dem blanken Kupferboden dieses Scheingefäßes Kupfer ab und die früher vorhandene Gravirung verschwindet. Hat der Ueberzug die gehörige Dicke, reinigt man die Platte, schleift die nun überzogene Stelle glatt mit der übrigen Fläche der Platte ab, polirt sie und kann die zu corrigirende Zeichnung neu graviren.

Capitel V.

Verstählung der Kupferstichplatten.

Der besondere Vorzug des galvanoplastischen Eisenniederschlages, „seine Härte", brachte Jaquin im Jahre 1859 auf die Idee, Kupferstichplatten mit einer ganz feinen Schichte von Eisenniederschlag zu bedecken, um die Kupferstichplatten minder schnell vergänglich zu machen, indem er der Kupferplatte durch die Härte des Eisens einen solchen Schutz verleiht, daß sich dieselbe fast so dauerhaft wie eine Stahlplatte erweist. Auch für dieses Verfahren erwies sich die Vorschrift von Böttger (siehe: Von dem Ueberziehen mit Eisen, Seite 187) als die beste, und wird wieder allgemein angewendet. Die Original-Kupferstichplatte oder eine galvanoplastische Copie wird zuerst mit einer Sodalösung und dann mit einer verdünnten Schwefelsäure sorgfältig gereinigt und dann mit einer dünnen Eisenschicht überzogen, welche man durch Anwendung einer Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul-Ammoniak einer Meidinger'schen Batterie und Benützung von Eisenblech als Anode erzielt hat.

F. Varrentrapp giebt folgende Verstählungsflüssigkeit an, die man nicht vor dem Luftzutritte zu schützen braucht. Man bereitet sich dieselbe durch Auflösung von 2 Theilen Eisenvitriol in 50 Theilen Wasser, wozu man 10 Theile neutrales weinsaures Kalinatron gelöst in 150 Theilen

Wasser und außerdem 20 Theilen Salmiak giebt. Das Verfahren des Verstählens ist dem obigen Verfahren ganz gleich.

Eine solche mit Eisen überzogene Kupferdruckplatte läßt nicht allein unzählige Abdrücke zu, sondern auch die beim Drucken sich überschüssig ansetzende Schwärze von dem glatten Eisen viel leichter entfernen als vom Kupfer, wodurch die halbe Zeit beim Drucken erspart wird. Diese verstählten Kupferdruckplatten bieten somit den Vorzug, daß sie die Vorzüge des milden Kupfers als Plattenmaterial für den Kupferstecher und die Härte des stahlharten Eisens für den Drucker vereinigen.

Capitel VI.

Reproduction von Platten für künstliche Narben im Leder.

Schon lange versuchte man, durch gravirte Platten dem glatten Leder das Ansehen des viel geschätzteren genarbten Leders zu geben, doch blieb das Unternehmen immer nur bei dem Versuche, und das durch gravirte Platten auf diese Weise genarbte Leder hatte nur wenig Aehnlichkeit mit dem natürlichen genarbten, da die Natur schwer nachzuahmen ist. Wie wir schon wissen, reproducirt aber die Galvanoplastik in ihrem Niederschlage die Natur vollständig in all' ihren Feinheiten vollkommen, und die natürliche Narbe des Leders kann nun auf das Vollkommenste hergestellt werden.

Um eine solche galvanoplastische Platte zu erlangen, durch welche man die künstlichen Narben im Leder erzeugen kann, überzieht man ein Stück natürlichen Leders mehrmals mit Copalfirniß. Ist dieser ganz in das Leder eingedrungen und etwas getrocknet, zieht man dieses Lederstück auf eine plangeschliffene und mit Asphaltfirniß überzogene Schieferplatte, an welcher jedoch der Anstrich schon ganz trocken sein

muß, auf und umgiebt den äußeren Rand des Lederstückes mit Wachs. Sodann überpinselt man das Leder, um es leitungsfähig zu machen, mit Graphit, und zwar so lange der Copallack nicht ganz trocken ist, und dann nochmals, wenn letzterer ganz trocken ist. Das so auf die Schieferplatte aufgespannte graphitirte Leder bringt man in den Apparat und stellt die Verbindung mit dem negativen Pole mittelst mehrerer kleiner Stanniolstreifen, die auf den Rand des Leders aufgeklebt und mit dem Leitungsdrahte vom Zinkpole vereinigt werden, her. Ist dies geschehen, so darf der galvanoplastische Strom nur langsam wirken; glaubt man, daß die Platte die gehörige Stärke erlangt hat, nimmt man sie aus dem Bade und löst sie von dem natürlichen Leder ab, um sie später beliebig zu verstärken.

Sechster Theil.

Anhang.

Verschiedene praktische Verfahren.

Capitel I.

Galvanische Aetzung von Druckplatten (Galvanotypie).

Vor Erfindung der galvanischen Aetzung wurden Stahl- und Kupferplatten mit einem Aetzgrunde überzogen, auf diesen die Zeichnung übertragen und mittelst einer Radirnadel das Metall nach der Zeichnung bloßgelegt. Sobald man nun um die Platte einen Rand aus Wachs gelegt hatte, wurde verdünnte Salpetersäure darüber gegossen, die aber durch Entwicklung von salpetriger Säure für den Arbeiter höchst schädlich war. Die Säure löst das blanke Metall auf und bildet hierdurch Vertiefungen, in welche bei nachfolgendem Gebrauche, wenn die Platte von dem Ueberzuge befreit ist, die Druckerschwärze haften bleibt. Bei dieser Aetzung konnte jedoch nicht vermieden werden, daß die radirten Stellen seitlich unterfressen wurden, wodurch die Abdrücke oft weniger rein und nicht sehr scharf ausfallen.

Das galvanische Aetzen gründet sich darauf, daß unter gewissen Umständen die an den Elektroden ausgeschiedenen Stoffe sich mit denselben chemisch verbinden. Erfolgt eine

Verbindung, so wird die Elektrode nach und nach zerstört. Regulirt man dieses Zerstören dergestalt, daß die Elektrodenplatte bis auf gewisse frei gelassene Stellen mit einer Substanz überzogen wird, welche für den an der Elektrode ausgeschiedenen Körper unzerstörbar ist, so hat man alle Bedingungen zum Aetzen erfüllt.

Bei der galvanischen Aetzung sind nun folgende Vortheile gegen obiges Aetzverfahren zu beobachten:

1. Da die seitlichen Aetzungen nicht vorkommen können, sind die Streiche weit reiner und schärfer;

2. die lästigen Salpetersäuredämpfe werden verhütet;

3. eine große Gleichförmigkeit der Einwirkung wird erzielt;

4. man erhält die vertiefte Arbeit schnell;

5. die Aetzung kann die Tiefe erhalten, welche man will, und endlich

6. die beim gewöhnlichen Verfahren so stark auftretenden Blasen, die sich an das Metall anhängen und eine Ungleichheit der Einwirkung auf demselben erzielen, werden ganz vermieden.

Das einfache, zuerst von Smée eingeführte Verfahren beruht darauf, daß sich das Metall immer auf den Gegenstand niederschlägt, welcher mit dem negativen Pole verbunden ist, während sich das Metall der mit dem positiven Pole verbundenen Platte allmählich auflöst, somit daß man das entgegengesetzte Verfahren wie bei dem gewöhnlichen galvanoplastischen Niederschlage anwendet, oder kurz gesagt, die Poldrähte wechselt. Wir verfolgen nun die ganze Verfahrungsweise:

An eine mit einer Lösung von Soda (kohlensaures Natron) gereinigte blankpolirte Kupferplatte wird, nachdem sie gut abgetrocknet ist, ein Leitungsdraht an die Rückseite

gelöthet und dann die Platte über einer Spiritus- oder Gasflamme erwärmt und zwar so erwärmt, daß ein in ein seidenes Bäuschchen gehüllter Aetzgrund aufgetragen werden kann, der folgendermaßen bereitet wird: $2^1/_2$ Theilen sehr guten Asphalts, fügt man geschmolzen 1 Theil Colophonium, 2 Theile schwarzes Pech und endlich 2 Theile weißes Wachs zu und kocht diese Theile gut durcheinander. — Ein anderer guter Aetzgrund besteht aus: 4 Theilen Wachs, 4 Theilen Asphalt und 1 Theil schwarzes Pech, gut nacheinander und dann mit einander geschmolzen. — Soll der Ueberzug seinem Zwecke entsprechen, darf die Platte nicht zu heiß sein, damit sich der Aetzgrund nicht zersetzt. Ist der Aetzgrund aufgetragen, wird er mittelst eines aus roher Baumwolle in feines Handschuhleder eingehüllten Tupfbäuschchens gleichmäßig und dünn vertheilt. Ist die möglichst gleiche Vertheilung erreicht, schwärzt man diesen Aetzgrund über einer rußenden Gasflamme, wodurch die darauf vollführte Zeichnung leichter erkenntlich wird, welche nun mittelst einer Radirnadel so tief geschieht, daß das darunterliegende Metall blank zum Vorschein kommt. Diese mit der Zeichnung versehene Kupferplatte wird als positive Elektrode einer constanten Kette in ein Kupferbad getaucht und der Kupferpol der Batterie mit dem an der Platte angelötheten isolirten Draht verbunden. Dieser Platte gegenüber wird eine Kupferplatte von ziemlich gleicher Größe als negative Elektrode angebracht und mit dem Zinkpole der Batterie, aus 1 oder 2 Elementen bestehend, leitend verbunden. Sobald die Leitung hergestellt ist, findet die Zerlegung statt. Während die Kupferplatte sich mit metallischem Kupfer überzieht, wird an den radirten Stellen durch den Sauerstoff des zersetzten Wassers Kupferoxyd gebildet, und dieses von der aus dem Kupfervitriole freigewordenen Schwefelsäure immer wieder aufgelöst; so löst

sich durch das Freiwerden des Sauerstoffes und der Schwefelsäure nach und nach das vom Aetzgrund befreite Kupfer auf der zu ätzenden Platte auf, und dieses schlägt sich auf der gegenüberliegenden Kupferplatte nieder, welche über ihr zu liegen kommt, wenn die zu ätzende Platte horizontal liegt, neben ihr aber, wenn ersterer vertical in das Metallbad eingesetzt ist.

Dadurch, daß man den Strom ganz in seiner Gewalt hat und die Auflösung des Kupfers daher reguliren kann, wie man will, ist man auch im Stande, die Aetzung von der größten Stärke bis zu den zartesten Tönen zu vollführen. Man hat eben nichts weiter zu thun, als für Stellen, welche schwach geätzt werden sollen, die Platte aus dem Metallbade zu nehmen, in Wasser auszuwaschen, sie zu trocknen und diese Stellen mit einem Firniß zu überstreichen, der aus Colophonium besteht, welches in Terpentinöl aufgelöst, und dem etwas feiner Kienruß beigemengt ist. Sodann giebt man die Platte wieder in das Metallbad, läßt das Kupfer wieder auflösen und sich auf der Kupferplatte niederschlagen, bis die Aetzung die richtige Tiefe erlangt hat. Natürlich kann dieses Verfahren einige Male wiederholt und somit die schönsten Tinten erzeugt werden.

Soll eine Stelle nicht so sehr angegriffen werden, kann man auch die negative Platte, welche der zu ätzenden Platte gegenüber sich befindet, so biegen, daß sie von dem zu schonenden Theile der Platte weiter entfernt ist. Wenn also ein Arbeiter Geschmack und Geschicklichkeit besitzt, können nun alle Abstufungen zwischen Hell und Dunkel auf einer Zeichnung nach galvanischer Aetzung erreicht werden. Je nachdem die negative Elektrode näher oder weiter entfernt gestellt wird und der Strom stärker oder schwächer ist, richtet sich auch die Zeit zur Vollendung einer solchen Platte, welche

nach dieser Aetzung zum Drucke in der Kupferdruckpresse fertig ist.

Um Kupferplatten in erhabener Manier zu erhalten, beobachtet Dulos, Graveur der Akademie der Wissenschaften in Paris, folgendes Verfahren: Er entwirft die Zeichnung auf einer Kupferplatte mittelst lithographischer Kreide und überzieht die Platte auf galvanischem Wege mit einer dünnen Silberschichte, die nur auf den kreidefreien Stellen haftet. Die Kreide wird nun mittelst Benzin entfernt und die Platte stark erhitzt, wodurch sich das Kupfer oder somit die Zeichnung oxydirt. Hierauf wird mittelst einer Walze aus versilbertem Kupfer Kupferamalgam aufgetragen, welches auf den versilberten Stellen anhaftet und die Silberfläche erhöht, so daß die Zeichnung vertieft erscheint. Ist nach einiger Zeit dieses Amalgam in den krystallinischen Zustand übergetreten und erstarrt, so nimmt man einen galvanoplastischen Abdruck von der Platte, welche nun zum Drucke verwendet werden kann.

Auch kann man die mit der Zeichnung versehene Platte erst mit Eisen überziehen, die Platte mittelst Benzin von der Kreide befreien, die Zeichnung dann galvanoplastisch versilbern und das Eisen mittelst säurehaltigen Wassers sodann entfernen. Legt man dann die Platte in die Lösung des schwefelsauren Quecksilberoxyd-Ammoniaks (?), wobei sie ungefähr 5 Minuten lang mit der Walze behandelt wird, so tritt die Zeichnung erhaben hervor, und die Platte ist für den Druck fertig.

Nach diesem Verfahren kann man auch Stiche in Aquatinta-Manier erhalten, indem man die Kupferplatte zuerst körnt und dann von derselben einen galvanoplastischen Abdruck macht, den man versilbert. Dieser zeigt somit die Aquatinta-Körnung verkehrt. Auf dieser Platte zeichnet man

nun mit lithographischer Kreide und erspart hierdurch die Lichtstellen mittelst des Schabers zu erzeugen. Ueberzieht man die Platte dann mit Eisen, entfernt mittelst Benzin die Kreide, trägt mittelst der versilberten Walze Kupferamalgam auf und nimmt von dieser Platte auf galvanoplastischem Wege einen Abdruck, so ist dieser zum Drucke fertig.

Auch eine der Glyphographie ähnliche Manier erfand Dulos, um in erhabener oder vertiefter Manier mittelst einer auf weißem Firniß ausgeführten Zeichnung auch Kupferplatten herzustellen. Er führt die Zeichnung auf einer Kupferplatte aus, welche mit einem Firniß bedeckt ist, der sich wie ein Aetzgrund mit einer Gänsefeder oder einem spitzen Elfenbeingriffel ganz leicht radiren läßt und zumeist aus Kautschuk und Zinkweiß besteht. Ist die Zeichnung vollendet, kommt die Platte in ein Silberbad, und es schlägt sich auf der Zeichnung eine dünne Silberschichte nieder. Entfernt man nun den Firniß, behandelt die Platte mit dem Quecksilbersalze, so erhebt sich die Zeichnung in erhabener Manier. Giebt man dagegen die Platte in ein Eisenbad, so überzieht sich die Zeichnung mit einer dünnen Schichte von Eisen; beseitigt man dann den Firniß, versilbert die Platte, entfernt hierauf mittelst verdünnter Schwefelsäure das Eisen und behandelt zuletzt die Platte mit dem Quecksilbersalze, so entsteht eine Platte mit vertiefter Zeichnung.

Capitel II.

Galvanoplastische Platten in erhabener Manier.

Kupferplatten in erhabener Arbeit zu erzeugen, erfand Spencer. Er überzieht eine zur Gravirung vorbereitete und erwärmte Kupferplatte mit einer Wachsschicht, zeichnet darauf und radirt mit einer Radirnadel die Zeichnung heraus, so daß das Kupfer bloßgelegt wird, taucht die Platte

dann in verdünnte Salpetersäure, von 3 Theilen Wasser auf 1 Theil Säure, und läßt sie so lange in derselben, bis die Einschnitte schwach geätzt sind, wäscht die Platte dann in reinem Wasser, trocknet sie mit Fließpapier ab und bringt sie dann in das Metallbad von einer Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd, stellt die Leitung wie gewöhnlich her, und der Niederschlag erfolgt auf dem metallenen, früher geätzten Einschnitte; denn nur so haftet der Kupferniederschlag fest an der Platte, wenn die Wachsschichte weggenommen wird. Eine besondere Sorgfalt ist hier darauf zu verwenden, daß nur reines Kupfer niedergeschlagen wird, denn wenn Blei im Kupfer vorkommt, so bildet dieses Metall, das sich vor dem Kupfer niederschlägt, eine sehr dünne Schicht, die das feste Anhängen des niedergeschlagenen Kupfers verhindert.

Capitel III.

Galvanographie.

Professor F. v. Kobbell in München beobachtete, daß der galvanoplastische Kupferniederschlag unter gewissen Umständen sich auch über die Grenzen der leitenden Fläche fortsetzt und gleich wie die leitenden Stellen getreulich copirt. Diese Beobachtung lenkte ihn auf eine eigene Art Gravirung, die er Galvanographie nannte, und benützte sie, um in Tuschmanier gemalte Bilder auf galvanischem Wege so in Kupfer vertieft zu copiren, daß sie durch Druckplatten vervielfältigt werden können.

Sein Verfahren besteht darin, daß man auf einer silbernen oder silberplattirten Kupferplatte oder kupfernen Platte mit durchscheinender Farbe den Gegenstand, den man auf eine Kupferplatte reproduciren will, zeichnet und mit dem Pinsel verwäscht. Die hierzu tauglichste Farbe muß eine Substanz sein, die auf dem Metall fest haftet, und welche

die galvanische Flüssigkeit nicht auflöst, beim Trocknen eine matte Oberfläche annimmt und nicht vollkommen isolirt; man bereitet sie aus feinem Pulver von Terra de Sienna oder Ocker oder Eisenroth, das man mit einer Auflösung von Wachs und Terpentinöl anreibt und zu dem man etwas Dammarfirniß giebt. Kobbell benützte auch einfach nur Sepia. Die Zeichnung trägt man nun so auf, daß die dunkelsten Stellen durch die größte Dicke der Farbe, die Mitteltinten durch geringere Dicke und die lichten Stellen durch das Fehlen aller Farbe dargestellt werden, was um so leichter zu bewerkstelligen ist, da die Farbe einen gewissen Grad von Durchsichtigkeit besitzt und der Maler dadurch gezwungen ist, die dunkleren Linien und Schattenpartien durch dickes Auftragen der Farben hervorzubringen.

Von Wichtigkeit ist noch, daß die getrocknete Oberfläche vollständig matt erscheine, damit die auf ihr sich ablagernde Oberfläche ebenfalls matt werde und bei nachfolgendem Abdruck die Druckerfarbe hinlänglich fest halte, und sie beim Abwischen nicht loslasse.

Wenn das Bild fertig und die Farbe vollkommen trocken ist, giebt man es in einen galvanoplastischen Apparat auf eine sehr gerade abgeschliffene Kupferplatte, die überall ungefähr um 3 Centimeter vorspringt, welcher Rand dann gut mit Wachs bestrichen und isolirt wird, und schlägt dann auf jene Zeichnung eine Kupferschicht nieder, welche dick genug ist, um dem Drucke der Presse Widerstand zu leisten. Zuerst lagert sich, sobald der galvanische Strom wirkt, das Kupfer auf den metallisch reinen Stellen ab; sind diese bedeckt, so ergreift es auch die mit Farbe bedeckten Stellen, Schicht auf Schicht, bis zu den dicksten aufgetragenen Farben, welchen man, wenn sie sich nicht so leicht überziehen, dadurch nachhilft, daß man sie mit feingepulvertem

Graphit bepinselt, wonach sie sich sogleich mit Kupfer überziehen. Nach 36 bis 48 Stunden ist das Bild fertig, doch läßt man es 4 bis 5 Tage in dem Apparat, um eine zum Drucke hinlänglich starke Platte zu erhalten.

Ist die Platte hinlänglich stark geworden, nimmt man sie aus dem Apparat, feilt die etwas rauhe Rückfläche ab, trennt sie von dem Original und reinigt mit Terpentinöl oder mit Baumwolle und Schwefeläther und putzt sie nach mit Wiener Kalk.

Auf dieser Platte erhält man nun die dichtesten Tinten der Zeichnung vertieft, die Lichtpartien eben und kann sie gleich einer geätzten Platte auf der Druckerpresse benützen, entweder indem man diese vertieften Stellen mit einer durchscheinenden Farbe ausfüllt, welche man dann auf das Papier aufträgt, oder wenn man die Platte mit Druckerschwärze färbt, welche letztere nur in den vertieften und rauhen Stellen der Zeichnung, welche den Schatten bilden, haften bleibt, während sie an den blanken Stellen sich abwaschen läßt und dann durch eine Presse auf Papier abdruckt. Die Abdrücke nähern sich im Gesammt-Ansehen am meisten der sogenannten Aquatinta. Das Verfahren ist an und für sich kein leichtes, doch erspart man gegen die Manier des Kupferstiches das umgekehrte Zeichnen, indem das Bild sich so reproducirt, wie es gegeben wird. 500 bis 600 Abdrücke kann eine solche Platte wohl erleiden, wenn ein geschickter Arbeiter sie behandelt.

Leider fielen bei aller geschickten Behandlung die Reinheit der Töne, die Gleichförmigkeit des Kornes und die Tiefe durchaus nicht gleich aus und thaten deshalb den Bildern bedeutenden Abbruch. Schöninger und Freimann, zwei Münchener Künstler, verwendeten ihre ganze Lebenszeit dazu, diese Schwierigkeit zu heben, und nach jahrelangem Mühen

gelang ihnen eine neu erfundene technische Behandlung. Die „A. A. Z." schrieb hierüber: „Die unüberwindliche Schwierigkeit, welche der Gebrauch des Pinsels und der Farbe bot, ließ auf die Benützung der chemischen Kreide verfallen. Eine analoge Anwendung derselben sollte zu einem ähnlichen Resultate führen wie die Lithographie. Nun galt es zuerst, einen körnigen Grund gleich jenem der Lithographiesteine zu gewinnen. Zu dem Ende wurde die zur Zeichnung zu benützende Kupferplatte mit einer durch Terpentin verdünnten Oelfarbe gleichmäßig tamponirt, auf dem trockenen rauhen Grunde mit Kreide gezeichnet und die galvanoplastische Copie zum Drucke verwendet. Der Versuch gelang und im Jahre 1843 war ein Porträt Titian's der erste Beweis. War aber hiermit auch eine principielle Schwierigkeit, die Erreichung des Kornes, überwunden, so bewies doch ein weiterer Versuch (Christus am Kreuze nach Tintorello), daß namentlich für größere Gegenstände der Tampon zur Herstellung eines übermäßig körnigen Grundes nicht genügt. So verfiel man auf die Roulette. Eine Kupferplatte ward nach allen Seiten vollkommen regelmäßig roulettirt und die galvanoplastische Copie hiervon, auf welcher die Roulettepunkte als ein gleich erhabenes Korn erscheinen, zur Herstellung der Kreidezeichnung verwendet, deren Benützung nun mit der vollendetsten künstlerischen Feinheit geschehen konnte. Je tiefer der Künstler in die Schatten geht, eine desto größere Kreideschichte lagert sich auf der rauhen Platte ab, und eine desto stärkere Vertiefung erhält die galvanoplastische Copie, welche dann wieder nach Art eines Kupferstiches beim Drucke behandelt wird. Vorher läßt aber die Matrize noch jede Ausbesserung und Vervollkommnung durch Radirnadel, Grabstichel und Polirstahl zu, so daß wir in dieser Methode geradezu die glücklichste Verbindung der Kupferstecher- und

Lithographenkunst erkennen, die beide Vortheile und Schönheiten in sich vereint und überdies die größte Vervielfältigung zuläßt. Denn jede galvanoplastische Copie trägt mehr als 400 Abdrücke und ist zur Herstellung einer beliebigen Anzahl von Matrizen geeignet, durch welche eine unendliche Anzahl gleich trefflicher Abdrücke erzielt werden kann. Aber auch noch andere praktische Vortheile gewährt diese Methode. Nicht nur daß der Kreidestrich schwarz auf der Platte erscheint und im Effecte allsogleich beurtheilt werden kann, so hat auch der Künstler keine verfehlte Wirkung, da, wie schon erwähnt, bei der Galvanographie die verkehrte Uebertragung des Bildes entfällt.

Volle vier Jahre bedurfte es, während welcher Zeit Maler Freimann starb, bis diese neue Erfindung die Gunst des Publikums erlangte, um nun, in großer Vollendung ausgeführt, allgemeine Verbreitung zu erlangen, doch gar bald wurde sie wieder durch die „Phototypie" oder „Albertotypie" verdrängt. Jetzt wird unter Galvanographie nichts weiter verstanden als galvanoplastische Copien von Kupferstichplatten, und sie besteht im Wesentlichen darin, daß auf galvanoplastischem Wege von einer gestochenen Platte durch Vermittlung eines Guttapercha-Abdruckes oder durch einen doppelt galvanischen Proceß eine Tiefplatte gewonnen wird, welche die Facsimilecopie der gestochenen Platte darstellt. Diese auf galvanischem Wege hergestellten Platten werden sogar höher geschätzt als die Originalplatte, da die Textur der Platte selbst gleichmäßiger ist, als die einer gewalzten Kupferplatte.

Da ein Original-Kupferstich höchstens 1500 gute reine Abdrücke aushält, so wird nunmehr mit der Originalplatte gar nicht mehr gedruckt, dieselbe nur zur Erzeugung von galvanoplastischen Druckplatten verwendet, und die Abdrücke

können, da durch den Abdruck einer galvanoplastischen Platte die Originalplatte gar nicht leidet, in's Unendliche erzeugt werden. Die sogenannten avant-la-lettre-Drucke haben nur durch diese Erfindung ihre Bedeutung verloren. Die Herstellung solcher Platten geschieht ganz gleich jener von Kupferdruckplatten. (Siehe diese Seite 232.)

Die Vortheile, welche die Galvanographie bietet, sind folgende:

1. Beim Galvanographiren kann der Künstler das Bild in derselben Lage und Beleuchtung arbeiten, wie es der Abdruck wiedergiebt. Bei allen anderen Methoden der Kupferdruckerkunst und Lithographie ist dies nicht der Fall.

2. Es ist auf keine andere Weise möglich, mit gleicher Feinheit in der Behandlung ein Tuschbild abdruckbar zu geben, denn mit Beachtung des Korns, der Farbe und des verhältnißmäßigen Auftrages kann man sich wie gewöhnlich des Pinsels bedienen. Dieses gilt vorzüglich für Landschafts- und Thierbilder, Baumgruppen &c., welche sehr leicht und fein auszuführen sind.

3. Alles, was mit der Roulette, mit Radiren und mit der Aquatinta-Manier leicht und ohne besondere Kunstfertigkeit gemacht werden kann, ist für die Galvanographie mit besonderem Vortheil zu benützen, entweder als Vorbereitung, ehe das Bad gefertigt wird, oder auch nachträglich.

4. Viele in Contouren radirte Platten, besonders Landschaften und Thiere, können leicht in getuschte oder schattirte umgewandelt werden. Die Abdrücke gleichen in der Farbe ganz den Kupferstichen oder Aquatintablättern, während die Lithographien immer matt dagegen erscheinen; auch können die Platten in jeder beliebigen Farbe gedruckt werden.

5. Das Copiren und die Correctionen des Reliefs sichern jede wünschenswerthe Verbesserung und Veränderung.

6. Eine Galvanographie kann in dem vierten Theile der Zeit vollendet werden als eine Roulirarbeit.

7. Galvanographische Platten sind sehr leicht zu conserviren und zu verschicken.

8. Die Kosten für den Apparat und die Anfertigung der Platten sind verhältnißmäßig sehr gering.

9. Es können mit gehörigen Veränderungen des Apparates Platten jeder Größe angefertigt werden und die Beaufsichtigung und Handhabung des Apparates, an welchem alle 24 Stunden nur einmal das Wechseln der Flüssigkeit, Putzen der Zinkplatte ꝛc. vorgenommen werden muß, ist sehr einfach.

Capitel IV.

Elektrographie.

R. Böttger versuchte sich zuerst, um einen Ersatz für den Holzschnitt zu erlangen, Zinkplatten auf galvanischem Wege hoch zu ätzen; er scheuert eine Zinkplatte mit Salzsäure und Sand ganz blank, zeichnet darauf oder beschreibt sie mit einer Platinchloridlösung, bestehend aus 1 Gewichtstheil ganz trockenem Platinchlorid und 1 Gewichtstheil arabischem Gummi in 12 Gewichtstheilen destillirten Wassers aufgelöst, wäscht in Wasser und legt sie in feuchtem Zustande auf wenige Minuten in eine Auflösung von Kaliumgoldcyanür, um die ganze Platte mit einer ganz dünnen Schicht metallischen Goldes zu überziehen. Diese Platte legt er dann auf kurze Zeit in eine höchst verdünnte Salpetersäure, und zwar auf 16 Theile Wasser 1 Theil Säure von 1·2 specifischem Gewicht, und überfährt mit einem kleinen Pinsel und der Säure beständig die Zinkplatte, damit sich die dünne Goldschicht dort, wo keine Zeichnung oder Schrift sich befindet, abblättere oder ablöse und nur auf der Platinschrift haften bleibe. Während Böttger nun früher die Platte durch

längere Zeit in dieser Flüssigkeit ließ und so das Zink auf chemischem Wege geätzt wurde, verbindet er nun die auf solche Weise chemisch geätzte Zinkplatte mit der positiven Elektrode eines mäßig starken Volta'schen Elementes, läßt die negative Elektrode in ein dünnes, gleich großes Kupferblech ausmünden und stellt beide Platten in eine concentrirte Lösung von schwefelsaurem Zinkoxyd auf eine Entfernung von 5 Centimeter einander senkrecht gegenüber. Dadurch wird das Zink von den unbeschriebenen blanken und nicht vergoldeten Stellen der mit der positiven Elektrode verbundenen Platte durch die galvanische Action aufgelöst, eine gleiche Menge metallischen Zinkes dagegen auf die mit der negativen Elektrode verbundene Kupferplatte abgelagert. Bleibt diese Platte einige Zeit unter Einwirkung des galvanoplastischen Processes, so wird sie so hoch geätzt, daß sie einen Holzschnitt ersetzen kann. Das ganze Verfahren gelingt sehr gut, wenn man völlig bleifreie Zinktafeln dazu benutzt.

Ein anderes Verfahren, geätzte*) erhabene Druckplatten aus Zink auf galvanoplastischem Wege herzustellen, erfand Devincenzi und nannte dieses Verfahren „Elektrographie". Er trägt auf eine früher rauh gemachte Zinkplatte die Zeichnung mit fettiger lithographischer Kreide oder Tinte auf, befeuchtet die Zinkplatte sodann mit Gummiwasser, das selbstverständlich auf der fettigen Zeichnung nicht haftet, und wäscht die Zeichnung dann, wie man es beim Präpariren der lithographischen Steine macht, mit Terpentinöl ab. Sobald man nun auch das Gummi mit Wasser entfernt hat, wird wie beim Lithographiren mittelst einer Walze ein

---

*) Betreffs aller Aetzungen in Zink, Kupfer u. a. Metallen verweise auf die vortrefflichen Werke: „Die Zinkogravure" von Julius Krüger und „Handbuch der Chemigraphie, Hochätzung in Zink für Buchdruck" u. s. w. von W. F. Toifel. Beide A. Hartleben's Verlag in Wien.

fettiger Firniß aufgetragen, der wieder nur auf der Zeichnung haftet. Ist dieser Firniß getrocknet, so setzt man die Zinkplatte in eine Kupfervitriollösung und stellt ihr in geringer Entfernung eine gleich große Kupferplatte gegenüber, oder bringt sie über sie an, wenn erstere horizontal liegt, und verbindet beide durch einen Kupferdraht. Ist die Leitung hergestellt, der galvanische Strom in Thätigkeit, so wird die Zinkplatte an all' den Stellen, die nicht mit dem fettigen Firniß überzogen sind, angegriffen, während somit die Zeichnung ganz unversehrt bleibt. Die Auflösung geschieht sehr rasch, und das Relief ist für den Druck fertig.

Die Vortheile, welche die Elektrographie bietet, gipfeln:

1. in der Leichtigkeit der Herstellung,

2. in der Billigkeit gegen Herstellung eines Holzschnittes, da zu ersterem nur ein Zeichner, zu letzterem nebst dem Zeichner noch ein Graveur oder Holzschneider erforderlich ist, endlich

3. in der Härte des Metalles, da Zink viel härter als Letternmetall ist und mit solchen Platten daher eine große Anzahl von Abdrücken auf gewöhnlicher Buchdruckerpresse erzeugt werden können.

Capitel V.

Glyphographie.

Die hohen Preise guter Holzschnitte und der Umstand, daß so manche Zeichnung durch Holzschnitt mit der gewünschten Vollkommenheit und Genauigkeit nicht herzustellen ist, haben schon vielfache Versuche hervorgerufen, dieselben durch ein Verfahren zu ersetzen, welches Hochdruckplatten billiger, genauer und mit großer Feinheit herzustellen gestattet. Einer dieser Versuche ist auch die im Jahre 1846

zu gleicher Zeit von Edward Palmer in London und von Volkmar Ahner in Leipzig gemachte Erfindung, die Glyphographie, auch Buchdruckerzeichnung genannt; dieselbe ist ein auf galvanoplastischem Wege erzeugter Metallhochschnitt in Kupfer und bezweckt, die von dem Künstler ausgeführte Zeichnung direct in eine Typenplatte zu verwandeln. Das Verfahren ist folgendes: Eine ebengeschliffene Kupferplatte wird mit Schwefelleberlösung bestrichen und dadurch ihre Oberfläche geschwärzt; die mit Wasser abgespülte und gereinigte Platte wird mit einer dünnen Wachsschicht überzogen oder mit weißem Radirgrund versehen, welcher aus einer Mischung von burgundischem Pech, Wachs, Colophonium, Wallrath und schwefelsaurem Bleioxyd oder Baryt besteht. In diesen Aetzgrund wird von dem Künstler mit der Radirnadel die Zeichnung eingeritzt, welche nun, da der schwarze Grund bloßgelegt ist, schwarz auf weiß erscheint. Von der fertigen Radirung wird ein galvanoplastischer Abdruck hergestellt, der dann die Zeichnung verkehrt als Reliefplatte zeigt, dann wird diese Platte copirt und der Abdruck auf einem Holzklotze befestigt, und ist zum Drucken im Letternsatze ohne Weiteres zu verwenden.

Durch diesen galvanoplastischen Metallhochschnitt wird der mühsame und kostspielige Holzschnitt ersetzt, und werden dadurch die mannigfaltigen Beschränkungen, die sich der Ausführung eines Holzschnittes entgegenstellen, besonders einige Kreuzlagen, Punktirungen u. dgl., gänzlich beseitigt, so daß der Künstler mit völliger Freiheit wie mit Bleistift auf Papier, so mit der Nadel auf der glyphographisch vorbereiteten Kupferplatte zeichnet.

Der größte Vortheil besteht aber darin, die Zeichnung darf nicht wie beim Holzschnitt verkehrt, sondern kann in ihrer natürlichen Richtung gemacht werden, worin besonders

bei solchen Sachen, in denen viel Schrift vorkommt, wie z. B. bei Landkarten, eine große Erleichterung liegt.

Die Glyphographie leidet aber an großen Mängeln, wozu vorzüglich die Umständlichkeit und Unsicherheit des Verfahrens zu rechnen ist, was wohl die Ursache sein mag, daß sie nur in wenigen Anstalten zur Anwendung gekommen ist. Größere Arbeiten scheinen auf diesem Wege aber sogar unausführbar zu sein, da die Linien nur um die Dicke des Wachsüberzuges erhaben sind, was wohl bei engen Schraffirungen, überhaupt bei nahe liegenden Linien hinreicht; für weiter entfernte Linien jedoch würde eine so geringe Vertiefung zwischen ihnen nicht genügen, und es ist daher erforderlich, nach Vollendung der Zeichnung alle größeren Wachspartien, welche nicht drucken sollen, angemessen zu erhöhen, ein jedoch sehr schwieriges Unternehmen.*)

Capitel VI.

Galvanoglyphik.

Die Galvanoglyphik dient dazu, um geätzte Zinkplatten auf galvanoplastischem Wege so herzustellen, daß mit ihnen auf der Buchdruckerpresse gedruckt werden kann. Das Verfahren ist folgendes. Man bedient sich einer Zinkplatte, bringt darauf die Zeichnung durch Radirung und ätzt sie. Nach Entfernung des Aetzgrundes werden alle jene Theile, welche mit Aetzgrund versehen waren, durch Auftragung schnelltrocknender Farben erhöht und dann der gewöhnliche galvanoplastische Niederschlag darauf gemacht.

Außer dieser jetzt allein gebräuchlichen Bedeutung des Wortes „Galvanoglyphik“ verstand man früher auch ein von Ommegangk in Brüssel erfundenes Verfahren,

*) Hier wäre Einwalzen, Einstäuben mit Colophonium und Graphit, Anschmelzen der Letzteren und wiederholtes Aetzen sehr am Platze.

Zeichnungen durch Aetzen in einer Kupferplatte und danach durch Niederschlagen einer Kupferauflösung auf die geätzte Platte facsimileartig zu copiren.

Capitel VII.

Chalkotypie, Metallographie.

Die Chalkotypie oder Kupferhochdruckmanier ist eine Art künstlerischer Vervielfältigung, welche darauf gerichtet ist, mittelst der Buchdruckerpresse Bilder zu liefern, welche bisher nur durch den Kupferstich (Chalkographie) hergestellt werden konnten.

Das Verfahren beruht auf der Anwendung der Holzschnittmanier auf Metallplatten zu dem Zwecke, den Holzschnitt bei der Text-Illustration durch den Kupferstich zu ersetzen. Die Vertiefung der hellen Stellen geschieht zuerst durch Aetzen, und dann, wo die Aetzung nicht tief genug ist, durch Nachschneiden mittelst des Grabstichels. Ist die Zeichnung durch Aetzen der übrigen Stellen erhöht, so wird durch eine Gyps- oder Guttapercha-Matrize, die noch den Abdruck und die Zeichnung vertieft darstellt, auf galvanoplastischem Wege eine Reliefplatte hergestellt.

Capitel VIII.

Galvanoplastik für den Naturselbstdruck.

Der Naturselbstdruck, vom Director der Wiener Staatsdruckerei Hofrath Auer erfunden, bezweckt, flache Natur- oder Kunstproducte ohne Vermittlung der Zeichnung und Aetzung in eine Platte so einzudrücken, daß diese mit Farbstoff bedeckt in die Presse gebracht werden kann. So wie durch die Galvanoplastik es gelang, Pflanzen oder Blätter, Blüthen derselben, Insecten 2c. durch einen galvanoplastischen Ueberzug vollkommen getreu nachzubilden, so gelang es auch,

die zartesten Gebilde der verschiedenartigsten Naturgegenstände, wie Pflanzen, Pflanzentheile, besonders Moose, Algen u. s. w., dann zarte Insecten, Häute von Schlangen und anderen Thieren, Fischschuppen u. s. w. mit mikroskopischer Genauigkeit und Naturwahrheit wiederzugeben.

Das Verfahren ist folgendes: Die zum Naturselbstdrucke bestimmte Pflanze, auch Insect, wird zuerst zwischen Fließpapier gepreßt und getrocknet, dann sorgfältig vom Papier abgezogen, sodann in's Wasser gelegt, eine Viertelstunde darin gelassen und dann wieder durch Fließpapier getrocknet und dieses Verfahren 4—5mal wiederholt, um den Pflanzen ꝛc. alle löslichen Theile zu entnehmen und die Fasern zähe zu machen. Die so vorbereiteten Naturgegenstände — Spitzen oder andere Kunstgegenstände bedürfen dieser Vorbereitung nicht — legt man dann auf eine glatte Bleiplatte, bedeckt sie mit einer Stahlplatte und zieht sie unter starkem Drucke durch ein Walzenpaar durch. Durch diesen starken Druck bildet sich auf der Bleiplatte ein vollkommen genauer vertiefter Abdruck des Originals, der dasselbe mit der größten Treue wiedergiebt, so daß man z. B. in dem Abdrucke des Pflanzenblattes die zartesten Adern und die feinsten Härchen mit unübertrefflicher Genauigkeit dargestellt findet. Copirt man diesen durch Guttapercha oder auf galvanische Art und erzeugt sich durch einen galvanoplastischen Niederschlag von diesem Modelle eine Kupferplatte, so können von dieser die Abdrücke auf der Kupferdruckpresse erzeugt werden, die um so natürlicher sind, wenn sie noch in Farben hergestellt werden. Da dieses Verfahren jedoch nur beschränkte Anwendung finden kann, ist es so ziemlich außer Gebrauch gekommen.

Capitel IX.

Anwendung der Galvanoplastik für Daguerre'sche Bilder.

So vortrefflich und genau die Daguerre'schen Bilder sind, so haben sie den großen Nachtheil der Vergänglichkeit, da das Quecksilber allmählich verdampft und das Bild dadurch verschwindet, und den Uebelstand, daß Alles in ihnen verkehrt, d. h. das Rechts links und das Links rechts erscheint. Diesem kann durch die Galvanoplastik Abhilfe geschaffen werden und unveränderliche Copien erzeugt werden. Die Daguerre'schen Bilder bestehen nämlich aus Hervorragungen, welche von der Ablagerung des Quecksilbers herrühren und die hellen Stellen bilden, und aus ebenen Theilen, welche plattirtes Silber sind und die Schatten ausmachen. Schatten und Licht entsteht nämlich in diesen Bildern durch die Vermischung der hervorragenden und ebenen Theile. Nimmt man solche Bilder zu Modellen und schlägt darauf Kupfer nieder, so werden die erhabenen Stellen ersichtlich und umgekehrt, auf dem Bilde aber das Licht Schatten und der Schatten Licht. Leider sind die Hervorragungen so schwach, daß nur eine geringe Anzahl Exemplare davon abgezogen werden kann.

Um diesem Mangel abzuhelfen, vergoldete man die Daguerre'schen Platten selbst sehr gut, isolirte die Rückseite und den Rand der Platte mit einem Wachsüberzug, gab sie in Kupfervitriollösung und verband sie mit dem negativen Pol der galvanischen Batterie. Als positive Platte stellt man ihr 5 Millimeter entfernt ein Kupferblech gegenüber. Der Kupferniederschlag erfolgt bald, und wenn er Papierdicke erlangt hat, nimmt man die Platte aus der Lösung. Auf diese Art kann eine hübsche Anzahl Bilder abgenommen werden, die ganz schön und rein sind und die dann galvanisch

versilbert werden. Die Bilder bleiben auf diese Art rein und sind dem Original ganz treu.

Capitel X.

Galvanoplastische Druckplatten von Photogrammen (Photogalvanographie).

Lichtbilder für den Druck zu ätzen und durch selbe mittelst Hilfe der Galvanoplastik photographische Druckplatten zu erzeugen, wurde zuerst von Salmon und Garnier versucht, und diese nannten ihre Erfindung photographischen Stich, dann kamen Ponton, Poitevin, Pretsch, Kronheim und Andere, und man gab dieser Erfindung den Namen Photogalvanographie.

Die einzelnen Methoden bestehen in Folgendem: Salmon und Garnier versuchten es, Photographien statt auf Glas auf Messingplatten zu copiren und zu ätzen. Sie überzogen eine gut polirte und sorgfältig gegeputzte Messingplatte mit Jod, d. h. sie brachten diese Platte wie eine Daguere'sche Silberplatte in ein Kästchen, in welchem Jod verdampft, wobei sich eine sehr dünne Schicht von Jodkupfer und Jodzink bildet. Diese Platte bedeckten sie mit dem zu copirenden Glasbilde und setzten es der Einwirkung des zerstreuten Tageslichtes, nicht des directen Sonnenlichtes, aus. Sobald die Einwirkung stattgefunden hat, wird die Photographie im Dunklen weggenommen und die Messingplatte mit einem Baumwollenläppchen eingerieben, in welchem einige Quecksilberkügelchen enthalten sind. Das Quecksilber legt sich nun an jene Stellen an, die dem Lichte nicht ausgesetzt waren, somit an jene Stellen, welche den Schattenpartien der Photographie entsprechen; das Bild erscheint somit auf der Platte weiß auf dunklem Grunde; da

nur jene Stellen beim Einwalzen mit fettiger Schwärze die Schwärze annehmen, die von dem Quecksilber frei geblieben sind, so vertritt die Schwärze die Stelle des Aetzgrundes, und sobald diese Druckschwärze eingetrocknet ist, kann man die Platte auf galvanoplastischem Wege ätzen, wodurch nur die Quecksilberstellen sich auflösen. Ist die Aetzung bis zu einer beliebigen Tiefe vollzogen, entfernt man die Schwärze durch Terpentinöl und die Platte ist zum Drucke auf der Buchdruckerpresse fertig. (Ob brauchbar, ist nicht glaubhaft.)

Pretsch schlägt ein anderes Verfahren vor: Er übergießt eine Glasplatte mit einer Flüssigkeit, die aus 140 Gramm reinster Gelatine, einem halben Liter destillirten Wassers, 20 Gramm zweifach chromsaurem Kali, 6 Gramm salpetersaurem Silberoxyd (Höllenstein) und 2 Gramm Jodkalium zusammengesetzt ist, und läßt sie im Dunklen trocknen, da das zweifach chromsaure Kali unter Einwirkung des Lichtes von organischen Substanzen zersetzt wird. Diese Platte wird ebenfalls im Dunklen mit einer gut durchsichtigen positiven Photographie bedeckt und dann dem directen Sonnenlichte ausgesetzt. Die Folge ist, daß die Platte an den von der Photographie nicht geschützten Stellen sich verändert, d. h. daß die Chromsäure des zweifach chromsauren Kalis einen Theil ihres Sauerstoffes verliert und sich in Chromoxyd verwandelt, das sich mit dem Leim vereinigt und denselben unlöslich macht. Befeuchtet man nun nach Wegnahme der Photographie im Dunklen die Platte mit Wasser, so schwillt der früher durch das Bild der Photographie bedeckte und noch unveränderte Leim auf und wird erhaben, während der von dem Lichte getroffene und mit dem Chromoxyd sich vereinigte Leim unverändert bleibt. Das Bild auf der Platte erscheint somit so, daß die Lichtstellen tief liegen, die Schatten-

seiten dagegen erhaben sind. Ist der Leim getrocknet, nimmt man nun von dieser Platte einen Guttapercha-Abdruck und bildet daraus ein leitendes galvanoplastisches Modell, nach welchem dann die zum Drucke erforderliche Kupferplatte reproducirt wird. Wird bei solchen Bildern eine sehr feine Druckfarbe und beim Drucke große Sorgfalt verwendet, so unterscheiden sie sich fast in nichts von den wirklichen Photogrammen, da nicht blos Licht und Schatten, sondern auch die Mitteltöne sich vollständig wiedergeben.

Eine galvanoplastische Copirung von Photogrammen kann auch mit den nach Fizeau vergoldeten Daguereotypplatten geschehen. Man bedeckt Ränder und Rückseite der Platte, nach Herstellung der metallischen Verbindung mit dem Apparate, mit einer Mischung von 1 Theil Terpentinöl und 2 Theilen gelbem Wachs, fängt die Operation kalt an, kann sie aber später etwas durch Wärme beschleunigen. Hat der Niederschlag etwa die Dicke von einer starken Karte, so kann man ihn abnehmen. Zur Erhaltung der schönen dunkelrosa Farbe, welche der Niederschlag haben muß, beschleunige man das Abdrucken nach der ersten Waschung, benetze die Platte mit Alkohol und trockne sie mit Löschpapier wieder ab. Das Abnehmen des Niederschlages wird sehr erleichtert, wenn man mit einer sehr scharfen Scheere ringsum einen schmalen Rand an beiden Platten — dem Original und Niederschlag — abschneidet. Man kann von Daguerre'schen Platten, welche schon ein Jahr alt sind, ganz gute galvanoplastische Copien nehmen.

G. Scamoni aus Würzburg machte ein neues Verfahren der Photogalvanographie (Heliographie) ausfindig, durch welches Stiche irgend welcher Art in verkleinertem Maße auf für den Kupferdruck bestimmte Platten übertragen, und welche dann auch wieder für den Hochdruck

transformirt werden können. Die Verfahrungsweise beruht auf dem Verhalten des in Collodium entwickelten Silberbildes, durch aufeinander folgende Behandlung der verschiedenen Agentien sich zu erhöhen, daher plastisch zu werden. Ist dieses Verfahren vollendet, wird die Platte mit Graphit überzogen, in ein Kupferbad gebracht und darin eine galvanoplastische Copie hergestellt, welche die Bildstellen vertieft enthält.

Siebenter Theil.

Die in der Galvanoplastik erforderlichen einfachen und zusammengesetzten Körper.

Um einen galvanoplastischen Niederschlag zu erzielen, sind vor Allem die Metalle erforderlich, mit denen der Gegenstand überzogen oder aus welchen er geschaffen werden soll, denn sie liefern, wenn man sich der Elektroden bedient, das Material für diese Arbeiten.

Sie verdanken diese Eigenschaften dem Umstande, daß sie das elektrische Fluidum sehr rasch fortpflanzen und sich mit dem Sauerstoff, den Metalloiden und den Säuren, welche von den Strömen ihnen im Entbindungsmomente zugeführt werden, verbinden können. Von den Metallen sind es vorzüglich jene positiv-elektrischen, welche in salzartigen Verbindungen ganz besonders die Rolle des positiv-elektrischen Elementes übernehmen und hierdurch sich vorzüglich für die Galvanoplastik eignen; Kupfer, Gold, Silber, Platin, Eisen, Zinn, Zink, Blei, Nickel, Kobalt und Quecksilber sind die am häufigsten verwendeten Metalle, denen sich indeß noch viele wichtige Salze und Säuren anreihen.

Um keinen der hierher gehörigen Körper zu übergehen, wie um deshalb, daß jeder Laie sich bald zurecht finden

könne, sind streng genommen zwei ganz verschiedene Wege einzuschlagen; denn nach der einen Seite hin ist es geboten, nach wissenschaftlicher Reihenfolge die einzelnen Elementarstoffe und ihre Verbindungen zu betrachten, während für den Laien die alphabetische Ordnung die bequemste ist. Um nun beiden Richtungen Rechnung zu tragen, werde ich allerdings „alphabetisch" geordnet die verschiedenen Stoffe behandeln, jedoch nicht der vulgären Nomenclatur nach, sondern nach der Folge der Grundstoffe und deren Bezeichnung, also unter „E" Eisen mit allen seinen hierher gehörigen Salzen, unter „K" Kupfer, „S" Silber ꝛc., wonach also nicht der Name des betreffenden Salzes, sondern der des Elementarkörpers maßgebend ist.

Wir beginnen demzufolge mit:

1. Aluminium.

Das Aluminium (Al) ist ein silberweißes, metallglänzendes, in der Natur nur oxydirt vorkommendes Metall. Es ist dicht, hämmerbar, läßt sich walzen, zu feinstem Blech aushämmern und zu feinsten Drähten ausziehen. Die Eigenthümlichkeiten dieser Thonerde hatte schon 1754 Markgraf bekannt gemacht, Wöhler dagegen isolirte das Aluminium zuerst aus dem Chloraluminium. In der Siedehitze des Wassers oxydirt es sich unter Wasserstoffentwickelung. Kalte Kalilösungen und verdünnte Säuren lösen es. Als feines Pulver leitet es die Elektricität nicht, wohl aber im geschmolzenen Zustande; es schmilzt erst bei höherer Temperatur wie Gußeisen; sein specifisches Gewicht ist 2·65, gehämmert 2·67, sein Atomgewicht:

$$\begin{cases} O = 100 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\; 171{\cdot}17 \\ 2\,H = \;\;1 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\; 13{\cdot}72 \end{cases}$$

Die Darstellung des Aluminiums geschieht, indem man in

einem Glasrohr Chloraluminium mittelst Kalium zusammenschmilzt; es bildet sich Aluminium und Chlorkalium, welches letztere durch Abwaschen mit Wasser entfernt wird; es leitet die Elektricität gut.

Aluminiumoxyd ($Al^2 O^3$), Thonerde

kommt sowohl krystallisirt wie amorph vor und bildet im ersteren Zustande eine Reihe vorzüglicher Edelsteine, wie Rubin, Saphir, Korund 2c.

Mit Kieselsäure verbunden ist die Thonerde die Basis einer großen Menge vou Mineralien und Gesteinen (Thon, Lehm, Porzellanerde, Cement 2c.). Als schwefelsaures Salz mit Kali erscheint es als das technisch hochwichtige Doppelsalz, schwefelsaure Thonerde oder Alaun, der auch in der Galvanoplastik mannigfach benutzt wird.

Das Chloraluminium ($Al^2 Cl^3$).

Wasserfrei stellt es eine gelblich-durchscheinende, krystallinische, an der Luft schwach rauchende Masse dar, welche sehr flüchtig ist. Es dient zur Gewinnung des Aluminiummetalles.

2. Ammonium und seine Verbindungen.

Das Ammonium, Am oder $H_4 N$, ist ein aus Stickstoff und Wasserstoff zusammengesetztes Gas, welches der Hauptbestandtheil des wässerigen Ammoniaks ist; es wirkt ätzend, reagirt alkalisch und verbindet sich mit Säuren zu vielen Salzen. Es hat die Eigenthümlichkeit, daß sein Wasserstoff ganz oder theilweise durch Metalle (Kalium, Natrium, Kupfer 2c.) und durch organische Radicale ersetzt werden kann.

Besonders wichtig ist der Umstand, daß sich das Ammonium durch Sauerstoff-Aufnahme in Ammoniak verwandelt, welches demnach als ein Ammoniumoxyd zu betrachten

ist und wie die Kalium- und Natriumoxyde eine Reihe von Salzen bilden kann. Wir haben also in dem Ammonium ein zusammengesetztes Radical, welches mit den Metalloïden auf gleicher Stufe steht.

Für die Zwecke der Galvanoplastik interessiren uns folgende Salze:

a) Das reine Ammoniak, welches als Gas in Wasser gelöst unter dem Namen „Salmiakgeist" bekannt ist. Es erscheint gewöhnlich als farbloses Gas, hat einen höchst stechenden Geruch, der zu Thränen reizt, aber nicht nachtheilig wirkt; sein specifisches Gewicht ist 0·191. Mit Säuren verbindet sich das Ammoniak unter Aufnahme von 1 Aequivalent Wasser zu den Ammoniaksalzen. Das flüssige Ammoniak besteht aus 1 Volumen Wasser, worin 400 bis 500 Volumen dieses Gases gelöst sind. Bei erhöhter Temperatur und an der Luft verliert diese Flüssigkeit den größten Theil des darin aufgelösten Ammoniaks. Aus dem specifischen Gewichte des flüssigen Ammoniaks kann man nach folgender Tabelle den Gehalt an reinem Ammoniak kennen lernen.

Specifisches	Gewicht	0·875	=	32·50	Ammoniak	und	67·50	Wasser.
„	„	0·900	=	26·00	„	„	74·00	„
„	„	0·905	=	25·39	„	„	74·61	„
„	„	0·925	=	19·54	„	„	80·46	„
„	„	0·932	=	17·52	„	„	82·48	„
„	„	0·938	=	15·88	„	„	84·12	„
„	„	0 943	=	14·53	„	„	85·47	„
„	„	0·947	=	13·46	„	„	86·54	„
„	„	0·951	=	12·40	„	„	87·60	„
„	„	0·954	=	11·56	„	„	88·44	„
„	„	0·957	=	10·82	„	„	89·18	„
„	„	0·959	=	10·27	„	„	89·83	„
„	„	0·961	=	9·60	„	„	90·40	„
„	„	0·969	=	9·50	„	„	90·50	„
„	„	1·000	=	0·00	„	„	100·00	„

Um das Ammoniak darzustellen, zersetzt man schwefelsaures Ammoniak oder Chlorammonium in der Wärme durch Aetzkalk; es verbindet sich hierbei die Säure mit dem Aetzkalk, und das Ammoniakgas wird frei. Im flüssigen Zustande, in Wasser gelöst, „Salmiakgeist oder Aetzammoniak genannt, ist das Ammoniak wichtig, weil sehr viele Metalloxyde in demselben löslich sind. Die für die Galvanoplastik wichtigen wollen wir hier nach ihrer mehr oder minder leichten Lösbarkeit aufführen; sie sind: das Zinkoxyd, Cadmiumoxyd, Kupferoxydul, Kupferoxyd, Silberoxyd, Nickeloxyd, Kobaltoxyd, Zinnoxyd, Goldoxyd und Platinoxyd.

Salmiakgeist, aus Gasanstalten herrührend, enthält viel Empyreuma und Schwefelammon und muß streng vermieden werden. Man erkennt es an seinem faulen Geruche.

b) Das Chlorammonium. Ammoniumchlorid oder Salmiak (NH_4Cl). Es ist ein weißes, krystallisirtes, aus Ammonium und Chlor zusammengesetztes Salz, in Wasser, besonders in heißem, leicht löslich, läßt sich unverändert sublimiren und schmeckt scharf salzig. Es erscheint als ein weißer, aus sehr kleinen Krystallen bestehender Nebel, sobald Chlorwasserstoff- und Ammoniakgas zusammentreffen. In gelöster Form stellt man es dar durch Sättigen von freiem und kohlensaurem Ammonium mit Salzsäure. Wenn es rein ist, muß es sich, erhitzt, vollkommen verflüchtigen.

Der Salmiak wird wohl ausschließlich für Nickelbäder gebraucht, in allen übrigen Fällen ist er von untergeordneter Bedeutung.

Das Gleiche gilt von dem folgenden Salze:

c) Schwefelsaures Ammoniak, welches nur kurz erwähnt sei, da es neuerdings wenig Anwendung mehr findet.

d) Das Ammoniumsulfurat, Schwefelammonium (H_4NS_2), entsteht durch Verbindung von 2 Volumen

Ammoniakgas mit 1 Volumen Schwefelwasserstoffgas in der Kälte, es sind farblose Krystalle, welche alkalisch reagiren und sich leicht zersetzen; wenn man dem durch Sättigung eines Theiles Ammoniakflüssigkeit mit Schwefelwasserstoff erhaltenen Ammoniumsulfhydrat noch einen Theil Ammoniakflüssigkeit zusetzt, so erhält man Schwefelammonium in wässeriger Lösung. Das Schwefelammonium ist zu analytischen Zwecken ein unentbehrlicher Körper, weil die meisten Metalle durch dasselbe als Schwefelmetalle gefällt werden. Um es in der zu diesem Behufe geeigneten Beschaffenheit zu erhalten, leitet man so lange Hydrothion durch Ammoniak, welches sich zur Abhaltung der Luft in einer zweihälsigen, mit einem Sicherheitstrichter abgesperrten Flasche befindet, bis eine Bittersalzlösung davon nicht mehr getrübt wird, d. h. bis es kein freies Ammoniak mehr enthält.

3. Antimon und seine Verbindungen.

Das Antimon oder Spießglanzmetall (Sb) wurde zu Ende des 15. Jahrhunderts von Basilius Valentinus zuerst beschrieben. Mehrere Verbindungen waren aber schon den Alten bekannt. Es ist ein in Rhomboëdern krystallisirendes, sprödes und leicht zerreibliches, blätteriges, glänzendes, bläulichweißes Metall. An der Luft geglüht, verbrennt es zu Antimonoxyd. Dieses verflüchtigt sich dabei als ein weißer Rauch, der sich an kalten Körpern anlegt und in weißen, glänzenden Krystallen als Antimonblumen anschießt. Sein specifisches Gewicht beträgt 6·602, seine specifische Wärme 0·0507, sein Atomgewicht:

$$\begin{cases} O = 100 \ldots\ldots\ldots 806{\cdot}15 \\ 2\,H = 1 \ldots\ldots\ldots 64{\cdot}52. \end{cases}$$

Es schmilzt bei 450 Grad und verwandelt sich bei starker Rothglühhitze in Dämpfe. Reines Antimon erhält man,

wenn man vier Theile rohes Antimon mit fünf Theilen salpetersaurem und zwei Theilen kohlensaurem Natron vermengt und nach und nach bis zum schwachen Glühen erhitzt. Es bildet sich unlösliches, antimonsaures Natron, das wohl ausgewaschen, getrocknet und mit seinem halben Gewichte Weinstein zusammengeschmolzen wird. Man kann auch aus wohlgewaschenem Algarothpulver reines Antimon erzeugen, indem man 100 Theile desselben mit 80 Theilen entwässerten, kohlensaurem Natron und 20 Theilen Kohlenpulver 15 bis 20 Minuten lang schmilzt.

Das Antimonchlorür oder Spießglanzbutter ($Sb\,Cl_3$) ist eine weiße, durchscheinende, krystallinische, an der Luft rauchende, setzr ätzend wirkende Masse, welche bei 72 Grad schmilzt und bei 230 Grad siedet. Es zieht aus der Luft Wasser an und zerfließt dabei zu einer trüben Flüssigkeit; mit größeren Mengen Wasser zerfällt es in Algarothpulver und Salzsäure, die Antimonoxyd gelöst enthält. Man stellt es dar durch Behandeln von überschüssigem Antimon mit Chlor, durch Destillation von Antimon mit Quecksilberchlorid oder durch Lösen von Schwefelantimon in Salzsäure und Abdampfen und Destilliren des Rückstandes.

4. Blei und seine Verbindungen.

Das Blei (Pb) ist ein sehr geschmeidiges, dehnbares und schweres Metall von bläulich weißer Farbe, geringer Härte, Stärke, Elasticität und leichter Oxydirbarkeit. Es kommt selten oder niemals gediegen, sondern immer entweder oxydirt oder mit Säuren verbunden oder mit Schwefel vererzt als Bleiglanz vor. Es hat einen starken Metallglanz, überzieht sich aber an der Luft gleich mit einem glanzlosen, grauen Häutchen von Bleisuboxyd. Es kann zu dünnen Blättchen ausgewalzt werden. Es schmilzt bei 334°,

verdampft in der Weißglühhitze und kann durch langsames Erkaltenlassen in undeutlichen Krystallen erhalten werden; sein specifisches Gewicht ist 11·45, seine specifische Wärme 0·0293, sein Atomgewicht:

$$\begin{cases} O = 100 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; 1294{\cdot}50 \\ 2\,H = 1 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; 103{\cdot}73. \end{cases}$$

Von den zahlreichen Verbindungen und Salzen ist eigentlich keines von besonderer Bedeutung für die Galvanoplastik. Zu untergeordneten Zwecken — vergl. weiter oben Seite 206 u. f., Metall-Iris — finden die nachstehenden Präparate noch Anwendung.

Das Bleioxyd, die Bleiglätte (Pb O) ist verschieden gefärbt, das amorphe ist ein citronengelbes, nach jedesmaligem Erhitzen ein rothbraunes Pulver, das krystallisirte ist röthlich oder roth; es schmilzt bei der Rothglühhitze und erstarrt beim Erkalten zu einer krystallinischen, blätterigen, schwer flüchtigen Masse.

Das essigsaure Beioxyd oder der Bleizucker $(C_2\,H_3\,O_2)\,Pb + 3\,H_2\,O$ wird durch Auflösung von Bleioxyd in Essig und Abdampfung der Lösung dargestellt, es besteht in 100 Theilen, aus 58·71 Bleioxyd, 27·08 Essigsäure und 14·21 Wasser. Der Bleizucker krystallisirt in vierseitigen Säulen, die sich leicht in Wasser und Alkohol lösen. Beim Erhitzen zerlegt er sich in kohlensaures Bleioxyd; mit Schwefelsäure bildet er schwefelsaures Bleioxyd und Essigsäure.

5. Cadmium und seine Verbindungen.

Das Cadmium (Cd) ist ein von Strohmeyer und Hermann fast gleichzeitig im Jahre 1818 entdecktes Metall, welches in der Natur nicht gediegen, sondern nur in den Zinkerzen sich vorfindet, selten kommt es mit Schwefel

verbunden im Grenokit vor. Das Cadmium hat den Glanz und das Ansehen des Zinks, färbt beim Reiben ab, knirscht beim Biegen wie das Zinn, läßt sich zu Blättern strecken und zu Draht ziehen, schmilzt noch vor dem Glühen und verwandelt sich bei 360° in Dampf; es nimmt eine schöne Politur an, krystallisirt in Oktaedern, sein specifisches Gewicht ist im geschmolzenen Zustande 8·604, im gehämmerten 8·694, seine specifische Wärme beträgt 0·05669, sein Atomgewicht:

$$\begin{cases} O = 100 \ldots\ldots\ldots 696{\cdot}77 \\ 2\,H = 1 \ldots\ldots\ldots 55{\cdot}32. \end{cases}$$

In Säuren löst es sich unter Wasserstoffentwickelung; von dem Zinn unterscheidet es sich durch seine vollkommene Löslichkeit in Salpetersäure. Um das Cadmium aus den Zinkerzen zu gewinnen, löst man die Oxyde beider in Schwefelsäure und fällt aus dieser Lösung das Cadmium durch Schwefelwasserstoff; das entstandene Schwefelcadmium wird in Salzsäure gelöst, durch kohlensaures Ammoniak in kohlensaures Cadmiumoxyd verwandelt und das erhaltene kohlensaure Salz mit Kohle gemengt, in einer Porzellanretorte geglüht, wobei Cadmium überdestillirt.

Das Cadmiumoxyd (Cd O) ist ein mehr oder weniger dunkelbraunes Pulver, welches durch Kohle oder durch Wasserstoff bei schwacher Glühhitze reducirt wird. Das Metall verbrennt, bei Zutritt der Luft erhitzt, mit brauner Flamme zu Oxyd; es entsteht auch beim Erhitzen von Cadmiumoxydhydrat und kohlensaurem oder salpetersaurem Cadmiumoxyd. Das Hydrat desselben ist weiß und bildet sich sowohl, wenn kohlensäurefreie Luft und Wasser auf Cadmium wirken, als auch, wenn ein Cadmiumsalz durch ein ätzendes Alkali gefällt wird, in dessen Ueberschuß es nicht löslich ist.

Die Cadmiumsalze verhalten sich wie die Zinksalze, nur in ihrem Verhalten gegen Hydrothion wird das Cadmium durch dasselbe aus einer sehr sauren Lösung als dunkelschwefelgelbes Sulfid gefällt, welches eine geschätzte Malerfarbe ist.

6. Gold und seine Verbindungen.

Das Gold (Au) ist das kostbarste aller Metalle. Es findet sich fast nur gediegen, und zwar lose in Körnern, Blättern und abgerundeten Steinen im Sande der Flüsse und des aufgeschwemmten Landes. Im gediegenen Zustande enthält es stets mehr oder weniger Silber. Außerdem trifft man das Gold häufig im gediegenen Tellur oder Tellursilber, auf Gängen mit Quarz, Kalkspath, Schwerspath, Eisenerzen und verschiedenen Schwefelmetallen im Granit, Glimmerschiefer, Gneiß und anderen Gesteinen des Ur- und Uebergangsgebirges an. Das reine Gold ist von reingelber Farbe, großem Glanze und großer Politurfähigkeit. Durch Zusatz von Kupfer bekommt es ein rötheres, dunkleres, durch Zusatz von Silber ein blasseres Ansehen. Nächst Platin ist Gold das schwerste Metall. Das specifische Gewicht des gediegenen Goldes ist 19·0, das des geschmolzenen Goldes 19·8, des pulverförmigen 19·7, im Mittel somit 19·5; sein Atomgewicht:

$$\begin{cases} 0 = 100 \;\ldots\ldots\; 1243{\cdot}01 \\ 2\,H = 1 \;\ldots\ldots\; 99{\cdot}60 \end{cases}$$

seine specifische Wärme 0·0298. Es schmilzt bei 1200 Grad.

Gold ist das geschmeidigste und dehnbarste aller Metalle. Man kann es zu so dünnem Draht ausziehen, der kaum mehr zu fühlen ist und bei 150 Meter Länge nur 0·6 Gramm wiegt; ebenso auch zu so dünnen Blättchen schlagen, daß diese schon durch den bloßen Hauch hinweggetrieben werden, von

denen eins nur 0·0001 Millimeter stark ist und grün oder blau durchscheint. Ganz wenig darunter geschmolzenes Blei oder Antimon zerstört die große Dehnbarkeit des Goldes. Dasselbe wird wegen seiner Weichheit, welche zwischen der des Silbers und Zinns steht, nicht allein verarbeitet.

Die Goldauflösungen, von denen man in der Galvanoplastik Gebrauch macht, sind die Auflösungen des Oxydes in Kali oder Natron, oder in den kohlensauren Salzen, ferner die Doppelverbindung des Cyans mit Gold und Kalium und endlich das Chlorgold.

Die einzelnen Salze sind:

a) Das Goldoxydul ($Au\,O$) erscheint als dunkelviolettes, wenig beständiges Pulver, das sich schon unter dem Einflusse des Lichtes in Goldoxyd und metallisches Gold zersetzt. Es löst sich in Kalilauge, die Lösung wird aber bald zersetzt, indem sich goldsaures Kali bildet, das aufgelöst bleibt und metallisches Gold ausscheidet. Durch Uebergießen von Goldchlorür mit Kalilösung erhält man das Goldoxydul. Beim Erhitzen zerfällt es in seine Bestandtheile; Salzsäure zerlegt es in Gold und Goldchlorid und bildet mit Säuren keine charakterisirten Salze.

b) Das Goldoxyd, Goldsäure ($Au\,O_3$) erscheint als Hydrat röthlichgelb und an der Luft getrocknet dunkelbraun. Es wird durch das Sonnenlicht, durch die Wärme und durch einige Metalloide zersetzt, verbindet sich nur schwierig mit den Sauerstoffsäuren, leicht aber mit den Alkalien, besonders mit Ammoniak, mit welchem es eine explosive Verbindung, das Knallgold (Goldoxydammoniak), bildet. Man erhält das Goldoxyd, indem man Goldchlorid mit gebrannter Talkerde digerirt, den entstandenen, aus goldsaurer Talkerde bestehenden Niederschlag auswäscht und mit verdünnter Salpeter-

säure digerirt, welche die Talkerde auflöst, das Goldoxyd aber ungelöst zurückläßt.

c) Das **Goldchlorid** ($Au\,Cl_3$) ist eine Verbindung von Gold mit Chlor, es bildet eine blätterige krystallinische, gelbbraune Masse, die an der Luft sehr leicht zerfließt und in Wasser, Aether und Alkohol löslich ist. Durch Einwirkung von Licht und Wärme wird es unter Bildung von Goldchlorür zersetzt. Man erhält es durch Auflösen von Gold in Königswasser und vorsichtiges Eindampfen der Lösung; bei einem Ueberschusse von Salzsäure scheiden sich gelbe, nadelförmige Krystalle von saurem Goldchlorid (Goldchlorid-Chlorwasserstoff) ab.

Die Auflösungen des Goldchlorids färben die Haut dunkelpurpur und werden durch die meisten reducirenden Körper zersetzt, indem sich regulinisches Gold als braunes Pulver ausscheidet, welches unter dem Polirstahl Metallglanz annimmt. Phosphor, phosphorige, schweflige und salpetrige Säure, Eisen, Kupfer und andere Metalle, Eisenvitriol und viele organische Stoffe sind starke Reductionsmittel, von denen einige, z. B. der Eisenvitriol, zur Gewinnung chemisch reinen Goldes aus kupferhaltigen Lösungen benutzt werden.

d) Das **Goldchlorür** ($Au\,Cl$) ist eine Verbindung von Gold und Chlor, es entsteht durch Erhitzen von Goldchlorid bei 150 Grad, es bildet ein gelblich-weißes Pulver, das in Wasser unlöslich ist und durch längere Einwirkung desselben sich in Goldchlorid und Gold zersetzt.

e) Das **Goldchloridkalium** ($2\,Au\,Cl_3\,K\,Cl + 5\,H_2\,O$) und **Goldchloridnatrium** ($Au\,Cl_3\,Na\,Cl + 2\,H_2\,O$) sind Verbindungen von Goldchlorid mit Chlorkalium oder Chlornatrium und entstehen, sobald man zu neutralen Lösungen von Goldchlorid, Chlorkalium, bezüglich Chlornatrium hinzu-

fügt und die Lösung eindampft. Beide Lösungen krystallisiren orangegelb, sind wasserfrei, roth und werden bei der Verwitterung heller gelb; sie führen im Allgemeinen den Namen Goldsalze.

f) Das Goldcyanid ($Au\,C_3\,N_3 + H_2\,O$) bildet tafelförmige Krystalle, die in Wasser, Alkohol und Aether leicht löslich sind und sich bei der Zersetzung des Kalium-Goldcyanids durch stärkere Säuren bilden.

g) Das Goldcyanid-Cyankalium, Kaliumgoldcyanid ($K\,Au\,[C\,N]_4 + H_2\,O$) erhält man in Form farbloser Tafeln, wenn man neutrale Goldchloridlösung mit einer siedend heißen concentrirten Lösung von Cyankalium mischt.

h) Das Goldcyanür ($Au\,CN$) ist ein in Wasser unlösliches, gelbes Pulver, das aus mikroskopisch kleinen, sechsseitigen Täfelchen besteht, und entsteht, wenn Kaliumgoldcyanür mit Salzsäure zersetzt wird.

i) Das Goldcyanür-Cyankalium, Kaliumgoldcyanür ($K\,Au\,[CN]_2$), besteht aus farblosen, in Wasser löslichen Prismen, welche durch Auflösen von Goldoxyd oder Schwefelgold in Cyankalium entstehen.

Bezüglich der neuesten und besten Goldlösungen für die Galvanoplastik siehe den betreffenden Abschnitt dieses Buches: „Von der galvanoplastischen Vergoldung.“

7. Graphit.

Der Graphit, Graphitglimmer, das Reißblei (Plumbago) kommt nicht allein in der Natur vor, sondern wird auch künstlich erzeugt, daher man auch natürlichen und künstlichen Graphit unterscheidet.

Der natürliche Graphit ist reiner krystallisirter Kohlenstoff, kommt in der Natur in großer Menge, häufig aber mit fremden Körpern verunreinigt, in Lagern und

Nestern im Granit, Gneiß, Glimmerschiefer, Thonschiefer und Porphyr vor und vertritt hier den Glimmer; er findet sich in Passau, Sachsen, Steiermark, Salzburg, Tirol, Rübeland im Harz, Pignerol in Piemont, Chamouny in Savoyen, in Norwegen, Finnland, Sibirien, Grönland, ausgezeichnet in England, besonders zu Borrowdale in Cumberland, ferner in Island, New-Jersey und New-York; er krystallisirt in dünnen, tafelartigen, monoklinoëdrischen Stücken, meist in derben, feinschuppigen oder erdigen Massen eingesprengt oder angeflogen; die Krystalle sind einzeln aufgewachsen oder zu Drusen gruppirt; er ist fettig anzufühlen, undurchsichtig, von blaugrauer Farbe, abfärbend und von Metallglanz, in dünnen Blättchen biegsam, mild, von geringer Härte, sein specifisches Gewicht ist 1·9—2·3; er läßt sich weder schmelzen noch verflüchtigen, bei sehr hoher Temperatur verbrennt er zu Kohlensäure; er besteht aus Kohlenstoff mit etwas Eisen gemengt, nicht aber chemisch verbunden, und durch Kieselsäure, Thonerde und Kalk verunreinigt, und ist ein vorzüglicher Elektricitätsleiter.

Der künstliche Graphit entsteht, indem man gewöhnliche Kohle mit geschmolzenem Gußeisen zusammenbringt und zwar bei der Darstellung mit Kohlenstoff übersättigten Roheisens, theils im Hochofen selbst, theils auf dem abgestochenen, grauen Roheisen, besonders bei langsamem Erkalten; das Gußeisen löst die Kohle in großer Menge auf und scheidet einen Theil derselben beim Erkalten in krystallinischen Schuppen wieder ab; er ist reiner und härter als der natürliche und kommt vorzüglich in der Galvanoplastik als leitender Ueberzug auf nicht metallischen Matrizen in Anwendung.

Für den praktischen Gebrauch muß der Graphit von äußerst feiner Vertheilung, als zartestes Pulver und möglichst rein von anorganischen Beimengungen sein.

8. Guttapercha.

Die Guttapercha (Gummi plasticum, Gutta tuban, Gummi gettania) ist eine Substanz, welche durch Eindicken des Milchsaftes eines Baumes (Isonandra Gutta) an den Ufern der Meerenge von Malacca, in Singapore, Borneo, Sumatra gewonnen wird und dem Kautschuk ähnliche Eigenschaften besitzt. Um sie zu gewinnen, werden in den Baum Einschnitte gemacht und der ausfließende Milchsaft aufgefangen, der an der Luft dann verdampft. Die so erhaltenen Stücke werden dann in heißem Wasser aufgeweicht, in Formen gepreßt und in den Handel gebracht. Montgomerie schickte 1843 die Guttapercha zuerst von Singapore nach London, und sie fand zuerst durch Hancock in London technische Anwendung. Dem Engländer Broomann gebührt das Verdienst, 1840 diesen Stoff für die Industrie nutzbar gemacht zu haben. Was ihre Eigenschaften betrifft, so riecht die unreine Guttapercha eigenthümlich unangenehm, ist biegsam, läßt sich aber nicht wie Kautschuk ausdehnen. Um sie zu reinigen, wird sie in heißem Wasser oder trocken erwärmt, zerschnitten und geknetet, wodurch die Unreinigkeiten abgesondert werden. In dünnen Schnitten ist sie durchscheinend wie Horn; bei gewöhnlicher Temperatur zähe, sehr steif und so wenig elastisch, daß sie nicht die ursprüngliche Form annimmt, schwerer als Wasser, schwimmt sie auf demselben wegen der vielen Poren; bei 50° wird sie weich, bei 70 bis 80° knetbar und formbar. In diesem Zustande lassen sich einzelne Stücke durch Kneten zu einem Stücke vereinigen. Im trockenen Zustande ist sie ein sehr guter Isolator für die Elektricität, in Wasser, Alkohol, verdünnten Säuren und Alkalien unlöslich. Aether und ätherische Oele bewirken, daß sie teigartig wird; in erwärmtem Terpentinöl, Kautschuköl

und Steinkohlentheeröl löst sie sich zu einer dicklichen Masse. Beste Lösungsmittel sind Chloroform und Schwefelkohlenstoff. Sie ist gegen die Einwirkungen von kaltem Wasser oder Dünsten unempfindlich; in heißes Wasser eingetaucht oder der Einwirkung von Dämpfen oder erhitzter Luft ausgesetzt, wird die Guttapercha so weich, daß man sie kneten, formen und zu Platten ausbreiten kann. Die Lösung besitzt die Eigenschaften der bindenden Stoffe, ist aber kalt und trocken, durchaus nicht klebrig; für die atmosphärische Luft ist sie undurchdringlich, wird auch von derselben nicht angegriffen; im reinen Zustande beinahe geruchlos; bei dauerndem Gebrauche nutzt sie sich wenig oder gar nicht ab; will man sie in einer Form nicht mehr gebrauchen, so läßt sie sich leicht umformen und umarbeiten.

9. Gyps.

Der natürlich vorkommende Gyps oder schwefelsaure Kalk (Gypsum) ist farblos, weiß und gefärbt, besonders röthlich und gelblich, glasglänzend, auf den Spaltungsflächen perlmutter- bis seidenglänzend, durchsichtig bis kantendurchscheinend, krystallisirt in Säulen oder Tafeln, seine Härte ist 1—2, sein specifisches Gewicht 2·2. Er findet sich in der Natur als wasserhaltiger schwefelsaurer Kalk und wasserfrei — als „Anhydrit". Als „Gypsstein" dicht, unrein bildet er mächtige Gebirgslager, körnig krystallisirt heißt er „Alabaster", in wohlausgebildeten Krystallen „Gypsspath, Fraueneis, Marienglas und Selenit"; ferner „Fasergyps, Schaumgyps und Gypserde".

Der Gyps besteht aus 0·33 Kalkerde, 0·45 Schwefelsäure und 0·22 Wasser, ist in 460 Theilen Wasser auflöslich, gleichviel ob warm oder kalt. In mäßiger Hitze verliert er sein Krystallwasser, wird dabei locker und mürber,

zerfällt zu feinem Pulver und heißt nun gebrannter Gyps. Wenn dieser mit Wasser in Berührung gebracht wird, so verschluckt er dasselbe unter Erwärmung begierig und nimmt seine ursprüngliche Härte schnell wieder an, indem er das eingesogene Wasser als Krystallwasser bindet, wobei eine Ausdehnung oder Zunahme des Umfanges stattfindet. Zu stark gebrannter Gyps absorbirt das Wasser nur langsam oder gar nicht und liefert keine feste Verbindung mit dem Wasser; man nennt solchen Gyps todtgebrannt.

Man wähle nur gut- und frischgebrannten Gyps und bewahre ihn in luftdicht verschließbaren Gefäßen, vor Feuchtigkeit geschützt, auf. Da er, mit Wasser angerührt, schnell erstarrt, rühre man nur so wenig, wie gerade nothwendig, auf einmal an.

10. Hydrothionsäure.

Der Schwefelwasserstoff, Hydrothion, die Hydrothionsäure (HS), erscheint als ein farbloses Gas von unangenehmem Geruche (nach stinkenden faulen Eiern); sein specifisches Gewicht ist 0·1912, sein Atomgewicht

$$\begin{cases} O = 100 \ldots\ldots 213{\cdot}65 \\ 2\,H = \quad 1 \ldots\ldots 17{\cdot}12. \end{cases}$$

Die Hydrothionsäure (eigentlich fälschlich Säure genannt) findet sich in den mineralischen Schwefelwässern und entsteht bei der Fäulniß schwefelhaltiger, thierischer Körper, sie ist entzündlich und verbrennt mit blaßblauer Flamme zu Wasser und schwefeliger Säure, brennende Körper löschen aber in ihr aus. Bei einem Druck von 17 Atmosphären wird das Gas flüssig und bildet eine farblose, sehr bewegte Flüssigkeit von 0·9 specifischem Gewicht. Wasser löst 3 Volumen Schwefelwasserstoff und Alkohol 6 Volumen desselben auf. Die wässerige Auflösung verändert sich schnell an der Luft,

und es bildet sich unter Schwefelabsatz Wasser. Wenn man wasserhaltigen Alkohol bis auf 20 Grad Kälte abkühlt und diese Flüssigkeit mit Schwefelwasserstoff sättigt, so bilden sich farblose Krystalle von Schwefelwasserstoffhydrat, die aber bei der geringsten Wärme unter Aufbrausen zerstört werden. Durch die Metalle wird das Hydrothiongas in der Hitze so zersetzt, daß Wasserstoff entweicht und Schwefelmetalle sich bilden, wie fast alle Metalloxyde durch Hydrothion zersetzt werden, indem sich Schwefelmetall und Wasser bilden.

Um Hydrothion darzustellen, bringt man Schwefeleisen in einen Gasentwicklungs-Apparat und übergießt mit verdünnter Schwefel- oder Salzsäure. Der Vorgang, auf welchen sich die Bereitung des Hydrothiongases gründet, ist folgender: Kommt nämlich Schwefeleisen, d. h. Fe S, mit einer wasserhaltigen Säure, z. B. mit verdünnter Schwefelsäure zusammen, so wird der Schwefel des Schwefeleisens durch den Sauerstoff des Wassers ersetzt, indem aus der Schwefelverbindung eine analoge Sauerstoffverbindung entsteht. Der Schwefel kommt im Momente seines Freiwerdens mit dem Wasserstoff, welcher eben den Sauerstoff verlassen hat, in Berührung, und dadurch wird die Verbindung beider Körper eingeleitet. Das zur Bereitung des Hydrothiongases dienende Schwefeleisen darf weder freies Eisen, noch zu viel überschüssigen Schwefel enthalten, weil im ersteren Falle dem Gase Wasserstoff beigemengt ist, im letzteren das Schwefeleisen schwer von der Säure angegriffen wird.

11. Eisen und seine Verbindungen.

Das Eisen (Fe) ist eines der wichtigsten Metalle, es findet sich theils im metallischen Zustande, theils an Sauerstoff, Schwefel und als Oxyd an Kohlensäure gebunden. Man gewinnt das Eisen aus den Eisenerzen. Reines Eisen

ist von fast silberweißer Farbe, stark metallglänzend, sehr zähe und weich, so daß es diese Eigenschaften in höherem Grad als gewöhnliches weiches Stabeisen besitzt. Das reine Eisen läßt sich darstellen, wenn über reines, bis zum Dunkelrothglühen erhitztes Eisenoxyd Wasserstoffgas geleitet wird, bis sich kein Wasser mehr bildet. An Festigkeit und Zähigkeit übertrifft das Eisen alle anderen Metalle. Es schmilzt erst bei Temperaturen, die man nur in Gebläseöfen hervorbringen kann, bei ungefähr 1500 Grad, doch schon bei Rothglühhitze wird es so weich, daß man es hämmern und walzen kann, in Weißglühhitze ist es schweißbar. Das Eisen besitzt in hohem Grade die magnetische Eigenschaft; das specifische Gewicht des Eisens ist 7·8439, sehr dünnen Eisenbleches 7·6; seine specifische Wärme 0·1100, sein Atomgewicht

$$\begin{cases} O = 100 \ldots\ldots & 339{\cdot}21 \\ 2\,H = 1 \ldots\ldots & 27{\cdot}18. \end{cases}$$

In den einfachen Apparaten aus der Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxydul erhält man das Eisen leicht krystallisirt oder in krystallinischen Knollen als Niederschlag.

Erwähnenswerth sind hier:

a) Das Eisenoxyd, Colcothar, Caput mortuum vitrioli, Engelroth ($Fe_2\,O_3$) natürlich vorkommend als „Blutstein" in Gestalt grauer Krystalle mit Metallglanz, in dünnen Blättchen sind sie mit blutrother Farbe durchscheinend. Es ist nur in sehr hoher Temperatur schmelzbar und erleidet dabei keine Zersetzung. Durch Erhitzen in Kohle, Kohlenoxydgas, Wasserstoffgas, Ammoniakgas wird es reducirt. Aus den Lösungen der Eisenoxydsalze wird das Eisenoxyd durch Ammoniak und den Aetzalkalien als Hydrat mit rothbrauner Farbe gefällt. Wasserfrei kommt es vor im Eisenglanz, im Rotheisenstein, wasserhaltig im Brauneisenstein. Man erhält das Eisenoxyd als Nebenproduct bei

der Bereitung der Schwefelsäure durch Erhitzen des Eisenvitriols, es führt dann den Namen Colcothar oder caput mortuum vitrioli. Man stellt es ferner durch Glühen von salpetersaurem Eisenoxyd oder durch Glühen von Eisenvitriol mit Salpeter und Auslaugen der Masse mit Wasser dar. Als Eisenoxydhydrat erhält man es durch Fällen einer Lösung eines Eisenoxydsalzes oder von Eisenchlorid mittelst Kali, Natrium, kohlensauren Alkalien oder am besten mittelst Ammoniak.

Es dient den Galvanoplastikern als geschätztes Putzmittel aller Metalle.

Das schwefelsaure Eisenoxydul, Eisenvitriol, Kupferwasser, grüner Vitriol ($FeO + SO_3 + 7\ HO$) ist ein Salz aus blaßgrünen Krystallen von süßlich zusammenziehendem metallischen Geschmack, verwittert an der Luft leicht und überzieht sich dabei mit einem grauweißen Pulver, dem basisch-schwefelsauren Eisenoxyd, in welches zuletzt die Krystalle ganz zerfallen. 100 Theile reiner Eisenvitriol bestehen aus 26·10 Theilen Eisenoydul, 29·90 Theilen Schwefelsäure und 44·00 Theilen Wasser. Man erhält chemisch reinen Eisenvitriol durch Auflösen von reinen Eisenfeilspänen in möglichst wenig verdünnter Schwefelsäure, durch Kochen der Lösung mit einem Ueberschusse von ersterem und Filtriren der siedend heißen Lösung. Die sich abscheidenden Krystalle werden zuerst mit Wasser, dann mit starkem Alkohol gewaschen und möglichst schnell bei etwa 30° getrocknet. Durch Mischen der heiß filtrirten Lösung mit Weingeist wird der Eisenvitriol als feines weißes Krystallmehl ausgeschieden, welches mit Weingeist gewaschen und zwischen Fließpapier rasch getrocknet, sich durch besondere Haltbarkeit auszeichnet.

12. Kalium und seine Verbindungen. (K.)

Das Kalium ist das Metall, welches als kohlensaures Salz unter dem Namen Pottasche bekannt ist. Es wurde im Jahre 1870 von Davy gefunden, der die wichtige Entdeckung machte, daß Kali, Natron, Baryt, Strontian und Kalk keine einfachen Stoffe, sondern Oxyde eigenthümlicher Metalle sind. Das Kalium ist ein silberweißes, stark glänzendes, dem Silber äußerlich gleichendes Metall, krystallisirt in Würfeln, ist bei 0^0 spröde, bei 19^0 weich und bei 58^0 flüssig; es leitet Elektricität und Wärme sehr gut, sein specifisches Gewicht ist bei 15^0 0·865, sein Atomgewicht:

$$\begin{cases} O = 100 \;\ldots\ldots\; 489{\cdot}92 \\ 2\,H = \;\;1 \;\ldots\ldots\; 39{\cdot}26. \end{cases}$$

Das Kalium ist das am meisten elektropositive Metall und zeigt für den Sauerstoff die größte Verwandtschaft. Wasser wird durch Kalium mit der größten Heftigkeit zersetzt. Seine Darstellung beruht auf der Zersetzung des Kalis oder des kohlensauren Kalis durch Kohle. Von seinen Salzen interessirt uns:

a) Das Kaliumoxydhydrat, Kaliumhydroxyd, Kaliumhydrat, Kalihydrat, Aetzkali ($K\,H\,O_2$). Dies ist ein weißer, spröder Körper von krystallinischem Gefüge, der in der Rothgluth schmilzt, in der Weißgluth sich langsam verflüchtigt. An der Luft zerfließt es und zieht neben Wasser auch Kohlensäure an; in Alkohol ist es etwas, in Wasser sehr leicht löslich. Diese Lösung, sogenannte „Kalilauge oder Aetzlauge", hat einen ätzenden Geschmack und zerstört fast die meisten Pflanzen- und Thierstoffe. Da das Kali vorzugsweise die Eigenschaften der Säuren aufzuheben vermag, so waltet bei schwachen Säuren stets die alkalische Reaction selbst in jenen Salzen vor, die 1 Aequivalent Säure auf

1 Aequivalent Kali enthalten, also der Zusammensetzung nach neutral sind. Die neutralen Kalisalze sind alle in Wasser löslich, selbst wenn es die Säuren nicht sind. Um zu wissen, ob in einer Lösung Kali sei, hat man nur einen Ueberschuß von Weinsäure zuzusetzen, welche ein schwer lösliches, krystallinisches Salz fällt, jedoch erfolgt kein Niederschlag, wenn die Flüssigkeit zu sehr verdünnt ist oder zu viele andere Säuren enthält. Kieselflußsäure giebt als weißen, flockigen Niederschlag Fluorkieselkalium, Platinchlorid einen gelben Niederschlag von Kaliumplatinchlorid. Die Löthrohrflamme, sowie eine Weingeistflamme färben die Kalisalze violett.

b) Das kohlensaure Kali, Weinsteinsalz, fixes Laugensalz, Pottasche ($KO + CO_2$), eine weiße, nicht krystallinische Masse, welche stark alkalisch schmeckt und reagirt, bei der Rohglühhitze schmilzt und bei noch stärkerem Erhitzen verdampft. In Wasser sehr leicht löslich, stark alkalisch, steht es dem Aetzkali am nächsten. Um sich reines kohlensaures Kali zu bereiten, ist es am vortheilhaftesten, zuerst reinen Weinstein durch Umkrystallisiren des im Handel vorkommenden rohen Weinsteines zu bereiten; diesen glüht man in einem Silbertiegel und verwandelt ihn in ein Gemenge von kohlensaurem Kali und Kohle, welches ausgelaugt und die abfiltrirte klare Lösung abgedampft werden muß.*)

Indeß rathe ich keinem Praktiker dazu, sich dies wie alle übrigen Präparate selbst anfertigen zu wollen, vielmehr dieselben aus irgend einer guten Bezugsquelle zu entnehmen. Möge die Darstellung eines Salzes noch so einfach erscheinen, so sind doch, was ein für alle Male zu merken ist, gewisse

*) Am besten ist es, ein Gemenge von Salpeter und Weinstein zu verpuffen, die Masse auszulaugen und die Lösungen nach dem Filtriren einzudampfen.

theoretische und praktische Vollkommenheiten, sowie Einrichtungen erforderlich, welche dem Galvanoplastiker „von Fach“ ganz abgehen. Uebrigens auch fehlt es demselben an Zeit zu diesen Arbeiten, deren Nutzen ein sehr zweifelhafter ist.

c) Doppelt kohlensaures Kali, $KO, CO^2 + CO^2, HO$. Saures kohlensaures Kali bildet ziemlich große, durchsichtige, farblose, nicht zerfließliche Krystalle, löst sich in etwa 4 Theilen kalten Wassers, reagirt schwach alkalisch und verliert beim Kochen seiner Lösung ein Aequivalent Kohlensäure und wird zu neutralem kohlensauren Kali.

Man benutzt es wie das unter b bezeichnete Salz zur Abstumpfung freier Säure.

d) Kaliumeisencyanür, Blutlaugensalz. Das Kaliumeisencyanür, Cyaneisenkalium, blausaures Eisenoxydulkali, gelbes Blutlaugensalz, Ferrocyankalium $Fe\,Cy^2, 4\,KCy + 3\,HO$ entsteht beim Digeriren von Eisenoxydul, Schwefeleisen oder metallischem Eisen mit wässerigem Cyankalium. Fabriksmäßig wird es durch Glühen von Pottasche mit thierischen Abfällen, Haut, Blut 2c. gewonnen. Es erscheint in großen, blaß-citronengelben, bitterlichsüßen, lichtbeständigen geschmeidigen, dem Candis ähnlichen Krystallen, die auf mannigfache Weise gebildet werden; so entsteht es, wenn eine nicht zu concentrirte Lösung von Cyankalium in einer Retorte mit Eisenspänen erwärmt wird, oder es entsteht, wenn die Lösungen von Cyankalium und Eisenvitriol vermischt werden u. s. w. Es löst sich in 4 Theilen kalten, dann in 2 Theilen kochendem Wasser und ist in Alkohol unlöslich. Das Salz besitzt die giftigen Eigenschaften der Cyanverbindungen. Es besteht in 100 Theilen: aus 61·93 Cyankalium, 25·22 Eisencyanür und 12·85 Wasser. Man benutzt es noch zur Anfertigung einiger galvanischer Bäder.

e) Das Kalium-Eisen-Cyanid, rothes Blutlaugensalz oder Ferrocyankalium ($K_3\ Fe_2 . CN_6$) entsteht durch die Einwirkung von Chlor auf gelbes Blutlaugensalz. Es erscheint in schönen, durchsichtigen, rubinrothen Krystallen, die zu ihrer Lösung 3·8 Theile kalten Wassers bedürfen und in Weingeist sehr wenig löslich sind. Auch bildet sich dieses Blutlaugensalz, wenn man gelbes Blutlaugensalz mit Braunstein digerirt.

Kaliumeisencyanid ist nicht gebräuchlich und führe nur an, um Verwechslungen zu vermeiden.

f) Cyankalium (KCy) gewinnt man aus dem gelben Blutlaugensalz, welches fein gepulvert, stark geglüht und ausgelaugt oder von der eisenhaltigen Kohle getrennt wird.

Es ist ein weißes bis grauweißes, in Stangen oder festen Stücken vorkommendes Salz, hat einen scharfen alkalischen, bittermandelartigen Geschmack, schmilzt bei schwacher Rothglühhitze, verträgt, wenn die Luft abgehalten wird, Weißglühhitze, ohne sich zu verändern, und nimmt, wenn es bei Luftzutritt geschmolzen wird, 2 Aequivalente Sauerstoff aus derselben auf; es löst sich in Wasser sehr leicht, zerfließt an der Luft, wobei sich Blausäure entwickelt, und wird zuletzt in kohlensaures Kali verwandelt. Wenn man Kalium in Cyangas erhitzt, so verbrennt es darin mit lebhaftem blauen Lichte zu Cyankalium.

Je nach der Bearbeitung ist es von sehr verschiedener Güte, und da es für die Galvanoplastik von höchster Bedeutung ist, so hat man bei seinem Einkaufe sehr auf die Qualität zu achten. Ein gutes Salz ist milchweiß, etwas transparent und zeigt einen muschlig krystallinischen Bruch. Absolut trocken riecht es wenig, an feuchter Luft zieht es Feuchtigkeit

an, entwickelt einen starken Cyangeruch und zersetzt sich. In Lösung hält es sich ebenfalls nicht.

Man kaufe es nach seinem Percentgehalt an reinem Cyankalium und beziehe es nur aus zuverlässig guten Häusern.

g) Das zweifach oxalsaure Kali, Kleesalz. $KO\ ,\ \bar{O}^2$ oder $2\,(C_4\,O_6 + HO\,.\,KO) + HO$ ist in einigen Vorschriften für Nickelbäder empfohlen, doch heute nicht mehr gebräuchlich. Wir bedürfen dieses Salzes nicht.

Dasselbe gilt von dem Chlorkalium und chlorsauren Kali, deren Anwendung ich für verfehlt halte.

13. Kobalt und seine Verbindungen.

Das Kobalt (Co) wurde zuerst von Brandt im Jahre 1735 als Metall dargestellt, obwohl man schon im 16. Jahrhundert sich der Kobalterze zur Bereitung der Smalte bediente; dieses Metall ist im reinen Zustande grün-weiß, ein wenig in's Röthliche fallend, schimmernd, stark glänzend, beinahe gut gehärtetem Stahl ähnlich, härter als Kupfer, aber brüchig, wird von dem Magnet angezogen, oxydirt und schmilzt schwer; es krystallisirt beim Erkalten in unregelmäßigen Prismen; sein specifisches Gewicht ist 8·5131, seine specifische Wärme beträgt 0·1498, sein Atomgewicht:

$$\begin{cases} O = 100 \;\ldots\ldots\; 369{\cdot}68 \\ 2\,H = 1 \;\ldots\ldots\; 29{\cdot}62 \end{cases}$$

Das Metall selbst ist bis jetzt nur in kleinen Mengen in Meteor-Eisenmassen aufgefunden worden und findet sich zumeist im Speisekobalt, Glanzkobalt, Kobaltkies und der Kobaltblüthe vor. Im reinen Zustande erhält man das Metall durch starkes Glühen von Kobaltoxyd oder Kobaltchlorür im Wasserstoffstrome.

a) Das Kobaltoxyd ($CO_2\,O_3$) bildet sich, wenn man salpetersaures Kobaltoxydul so lange schwach erhitzt, bis die Säure weggetrieben ist; es bleibt eine stahlgraue Masse zurück, welche man pulvern und abermals erhitzen muß, um die anhängende und schwer zu beseitigende Säure vollständig zu vertreiben.

b) Das Kobaltoxydul (Co O) erhält man, wenn man einen Theil gepulvertes und geröstetes Kobalterz mit zwei Theilen schwefelsaurem Kali schmilzt, die Masse mit Wasser auslaugt, zur Abscheidung von Eisen mit etwas Kobaltoxydulhydrat digerirt, das gefundene Eisen abfiltrirt, die Lösung durch kohlensaures Natron fällt, den Niederschlag auf dem Filtrum sammelt, auswäscht, trocknet und glüht; es bildet sich dann ein olivengrünes, unmagnetisches Pulver, das durch Wasserstoff und Kohle leicht zu Metall reducirt wird.

c) Das Kobaltchlorür (Co Cl) erscheint in blauen, feinen, fettartig anzufühlenden, bei starker Hitze sublimirbaren Plättchen; an der Luft ziehen sie Wasser an, färben sich rosenroth und bilden auch solche Lösung in Wasser. Das Kobaltchlorür wird dargestellt entweder durch Erhitzen von Kobaltmetall in Chlorgas oder durch Auflösen von Kobalt, Kobaltoxydulhydrat oder kohlensaurem Kobaltoxydul in Salzsäure; wenn man trockenes Chlorgas über fein zertheiltes Kobalt leitet, so erfolgt die Verbindung beider Körper unter Feuererscheinung.

d) Das salpetersaure Kobaltoxydul ($CoO + NO_5 + 6\,HO$) schießt beim Verdunsten in karmoisinrothen, an der Luft zerfließenden Krystallen an, wenn das Metall oder irgend eine Oxydationsstufe des Kobalts in Salpetersäure gelöst wird. Das Oxydulsalz schmilzt unter 100^0 und hinterläßt bei stärkerem Erhitzen Kobaltoxyd.

14. Königswasser.

Das Königswasser, Goldscheidewasser, die Salpetersalzsäure ist eine Mischung von Salpetersäure und Salzsäure, gewöhnlich 1 Theil Salpetersäure auf 3—4 Theile Salzsäure, und führt seinen Namen von der Eigenschaft, das Gold (König der Metalle) auflösen zu können, was keiner anderen Säure oder Säuremischung möglich ist.

Wird ein Metall in die Flüssigkeit gebracht, so verbindet sich dasselbe mit dem Chlor oder oxydirt sich auf Kosten des Wassers, dessen Wasserstoff sich mit dem Chlor vereinigt. Bei der Bereitung des Königswassers kommt es hauptsächlich auf die Stärke der Salzsäure und Salpetersäure an, welche Stärke an dem specifischen Gewichte und dieses wieder durch das Aräometer erkannt wird. Aus nachstehender Tabelle ist das Mischungsverhältniß der gedachten Säuren nach dem Baumé'schen Aräometer ersichtlich: Auf 100 Gewichtstheile treffen

		Salpetersäure von:					
		42°	38°	34°	29°	24°	19°
Salzsäure von:	25° =	108	126	150	178	218	284
	23° =	94	108	130	154	190	246
	20° =	82	96	114	136	168	218
	18° =	72	84	100	118	146	190
	16° =	62	72	86	102	126	162
	13° =	52	60	72	86	106	136

Will man nun Königswasser bereiten, so bestimmt man die Stärke der Salzsäure und die der Salpetersäure durch Einsenken des Baumé'schen Aräometers für Flüssigkeiten, die schwerer sind als Wasser, bei einer Luftwärme von 14°, sucht die gefundenen Grade in der Tafel auf und findet daraus sogleich die Gewichtsmengen, welche man von der einen oder der anderen Säure zu nehmen hat.

15. Kupfer und seine Verbindungen.

Das Kupfer (Cu) hat eine eigenthümlich bräunlich-rothe Farbe und starken Glanz, ist fest, elastisch, geschmeidig und dehnbar, läßt sich sehr gut hämmern, in sehr dünne Bleche schlagen und bis zu den feinsten Drähten ziehen, ist äußerst politurfähig, schmilzt bei 1091° des Luftthermometers, krystallisirt in Rhomboiden und in Würfeln oder in Krystallen, die den Würfel als Grundgestalt haben. Es kommt als ein sehr verbreitetes Metall, theils in Verbindung mit Sauerstoff und Schwefel, theils im Zustande von schwefel-, arsenik-, phosphor- und kieselsauren Salzen vor.

An trockener Luft ziemlich beständig, oxydirt es sich an feuchter sehr bald, indem sich auf seiner Oberfläche ein grüner Ueberzug von sogenanntem „Grünspan“ bildet. Beim Glühen an der Luft überzieht es sich mit einer braunschwarzen, in dünnen Blättchen abspringenden Rinde, dem sogenannten „Kupferhammerschlag“.

Alle Verbindungen des Kupfers sind giftig, und da es in vielen Flüssigkeiten, Milch, Bier, Wein, Fleischbrühe, Fett, Oelen ꝛc., leicht löslich, muß es vorsichtig benutzt werden.

Sein specifisches Gewicht richtet sich nach dem Zustande, in welchem seine Moleküle sich befinden; so ist das specifische Gewicht des geschmolzenen Kupfers 8·85, des in dünne Platten geschmiedeten 8·95, des Rosettenkupfers 8·84, in Draht gezogen 8 95; sein Atomgewicht

$$\begin{cases} O = 100 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; 395{\cdot}70 \\ {}_2H = \;\; 1 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; 31{\cdot}71. \end{cases}$$

und seine specifische Wärme beträgt 0·0949.

Wie wir gesehen haben, wird das Kupfer immer in Verbindung mit Zink zur Bildung eines Volta'schen Paares

angewendet, von welchem, will man eine starke Wirkung erzielen, das sich anhängende Wasserstoffgas abzuhalten ist.

Von seinen Salzen sind zu besprechen:

a) Das Kupferoxyd oder die Kupferschwärze (Cu O) ist eine chemische Verbindung von Kupfer und Sauerstoff, es bildet entweder eine schwarze schuppige Masse oder ein sammtschwarzes, feines, in Wasser unlösliches Pulver. Man erhält es durch anhaltendes Glühen von metallischem Kupfer an der Luft oder im Sauerstoff, oder durch Glühen von salpetersaurem oder kohlensaurem Kupferoxyd. Auch der bei Fällung eines Kupferoxydsalzes mit Kalilauge entstehende blaßgrüne Niederschlag geht beim Erhitzen der Flüssigkeit, in der er suspendirt ist, leicht in Kupferoxyd über.

Dies Oxyd bildet eine Reihe von Salzen, welche sich dadurch bemerklich machen, daß sie ganz frei von Wasser, farblos, weiß — wasserhaltig, dagegen charakteristisch blau und grün gefärbt sind.

Aus ihren Lösungen werden sie durch Eisen, Zink und Phosphor wie auch durch Glühen mit Kohle (im trockenen Zustande) leicht reducirt.

Als heftige Gifte sind alle Kupfersalze vorsichtig zu handhaben.

Als Kupfersalze sind für die Galvanoplastik zu beachten folgende:

b) Das schwefelsaure Kupferoxyd, Kupfervitriol oder blauer oder Cypervitriol, besteht aus Schwefelsäure und Kupferoxyd ($Cu\,SO_4 + 5\,H_2\,O$), findet sich in der Natur als Ueberzug oder in derben, nierenförmigen Massen oder aufgelöst im Cementwasser. Er krystallisirt mit 5 Aequivalenten Wasser in schönen, blauen, großen, rhomboidischen

Säulen, welche sich in 2 Theilen heißen und 4 Theilen kalten Wassers, nicht aber in Alkohol lösen. Der krystallisirte Kupfervitriol besteht in 100 Theilen aus 35·14 Theilen Schwefelsäure, 31·79 Theilen Kupferoxyd und 33·07 Theilen Wasser; er ist gewöhnlich durch Eisenvitriol verunreinigt himmelblau bis berlinerblau durchscheinend; seine Härte 2—3, sein specifisches Gewicht 2·2—2·3. Man stellt ihn dar durch Abdampfen der Cementirwässer oder durch Auflösen von kupferreichen Materialien in Schwefelsäure oder durch Glühen von altem Kupfer mit Schwefel und gelindes Rösten des auf diese oder andere Weise erhaltenen Kupfersteines oder von Schwefelkupfererzen. Dieses Salz leistet dem Durchgange des Stromes bedeutenden Widerstand, man vermehrt seine Leitungsfähigkeit, indem man eine kleine Menge Schwefel- oder Salpetersäure zusetzt, bestehend aus 1 Theil Säure und 8 Theilen Wasser.

c) Das salpetersaure Kupferoxyd ($3\,CuO + NO_5 + HO$) wird bei stärkerem Erhitzen aus dem salpetersauren Kupferoxyd mit 6 Aequivalenten Wasser gebildet, es ist ein in Wasser unlösliches lichtgrünes Pulver und scheidet sich bei Zusatz einer geringen Menge von Alkali zur Lösung des neutralen Salzes ab. Bei der Temperatur des schmelzenden Bleies wird es mit Zurücklassung von reinem Kupferoxyd zersetzt. Auf glühender Kohle verpufft es.

d) Das essigsaure Kupferoxyd, und zwar 1. das neutrale essigsaure Kupferoxyd ($C_2H_3O_2$) ($2\,Cu + H_2O$), dargestellt durch Auflösen von Kupferoxyd in Essigsäure; es bildet dunkelgrüne, schiefe rhombische Säulen und ist in Wasser löslich. Unter 8^0 krystallisirt es mit 5 Aequivalent Wasser in großen, dunkelblauen Prismen, die bei 30 bis 35^0 4 Aequivalent Wasser verlieren und dabei grün und undurchsichtig werden; 2. das basisch-essigsaure Kupfer-

oxyd oder Grünspan ($2\,C_2\,H_3\,O_2 + Cu\,OH + 5\,H_2\,O$) wird durch das Zusammenschichten von Kupferplatten mit Weintrestern oder mit in Essig getränkten dicken Tüchern bei Lichtzutritt bereitet. Es ist himmelblau oder blaugrün und kommt in festen kugelförmigen Stücken im Handel vor.

e) Das Kupferchlorid ($Cu\,Cl_2$) ist eine chemische Verbindung von Kupfer und Chlor, es scheidet sich aus einer concentrirten Lösung von Kupferoxyd in Salzsäure in langen, bläulichgrünen, wasserhaltigen Nadeln ab, die beim Erhitzen ihr Wasser verlieren und in ein bläuliches Pulver übergehen. Es löst sich in Aether, Alkohol, wie in Wasser. Bei starkem Erhitzen entweicht Chlor, und Kupferchlorür bleibt zurück.

f) Das Cyankupfer, Kupfercyanid ($Cu\,Cy$) ist ein hochgelbes, in Wasser unlösliches Pulver, welches durch Uebergießen des frisch gefällten Kupferoxydhydrates oder des kohlensauren Kupferoxydes mit Hydrocyan erhalten wird. Es ist in Salzsäure löslich, wird aber durch Wasser wieder unverändert daraus gefällt. Dieses Cyanid ist sehr wenig beständig, denn es geht schon nach einigen Minuten in der Flüssigkeit, in der es entstanden ist, in Kupfercyanid über.

g) Das Cyankupferkalium, Cyankalium-Kupfercyanür ($K\,Cu_2$, Cy_2) entsteht, wenn man so viel Kupfercyanür in eine Lösung von Cyankalium bringt, als diese aufzulösen vermag. Die Verbindung schießt beim Verdunsten der Lösung meistens in gelben Krystallen an, ist aber im reinen Zustande farblos. In Wasser schwer löslich wird es mit Zurücklassung des Cyanürs zersetzt. Durch Alkalien wird es nicht verändert, Säuren aber zersetzen es, indem sie Kupfercyanür fällen.

h) Das kohlensaure Kupferoxyd oder Bremerblau ($Cu\,Cl + Cu\,O + 4H_2\,O$) erscheint als hell-blau-grünes Pulver. Zu seiner Darstellung werden gleiche Gewichtstheile

Kochsalz und Kupfervitriol, beide vollkommen eisenfrei, mit etwas Wasser gemahlen und dann der Oxydation überlassen; es entsteht zuerst Kupferchlorid, welches durch Aufnahme von Kupferoxyd und Wasser allmählich in diese grüne, unlösliche basische Verbindung übergeht.

i) Das Kupferoxydammoniak ($H_3N + CuO + CO_2$) erhält man, wenn man kohlensaures Kupferoxyd in kohlensaurem Ammoniak löst und die concentrirte Auflösung mit dem doppelten Volumen Alkohol vermischt; es schießen nach 24 Stunden schöne blaue Krystalle an, die eine nicht näher bestimmte Menge Wasser enthalten. Sie sind unlöslich in Alkohol und Aether und werden an der Luft zersetzt, indem Kupferoxydul oder auch Kupfer zurückbleibt.

16. Von dem Natrium und seinen Verbindungen.

Das Natrium (Na) wurde von Davy 1807 entdeckt, er erhielt es durch Elektrolyse des Natronhydrates; es ist in seinen Eigenschaften dem Kalium sehr ähnlich, silberweiß, stark glänzend, wachsweich, sein specifisches Gewicht ist 0·9348, sein Atomgewicht

$$\begin{cases} O = 100 \; \ldots\ldots \; 290{\cdot}90 \\ 2\,H = 1 \; \ldots\ldots \; 23{\cdot}31. \end{cases}$$

Natrium wird bei 50° weich und ist bei 90° vollkommen flüssig, es zersetzt das Wasser bei gewöhnlicher Temperatur mit großer Heftigkeit und läuft an der Luft unter Oxydation sogleich an; es reducirt die meisten oxydirten Körper.

a) Das Natriumoxydhydrat, Aetznatron ($Na\,HO_2$), gleicht sehr dem Aetzkali, nur ist es weniger stark wirkend als letzteres. Die Natronsalze geben mit den beim Kali angeführten Reagentien keinen Niederschlag und besitzen eine größere Neigung wie die Kalisalze, mit Wasser zu krystalli-

siren. Die Flamme des Weingeistes und des Löthrohres wird durch sie intensiv gelb.

b) Das kohlensaure Natron ($NaO + CO_2$) gleicht wasserfrei in seinen Eigenschaften dem Kalisalze, nur schmeckt und reagirt es weniger stark alkalisch und ist etwas leichter schmelzbar als dieses. Es wird zumeist aus dem Kochsalze gewonnen, doch auch aus den Salzpflanzen, aus den Tangarten und aus dem Glaubersalz.

c) Das zweifach kohlensaure Natron ($NaO, 2CO^2, HO$). Kleine durchsichtige, farblose, in Wasser schwer lösliche Krystalle, welche dem entsprechenden Kalisalze sehr ähnlich sind.

d) Das Seignettesalz ist eine Verbindung von Kali, Natron und Weinsteinsäure; dieses ist in Wasser löslich.

Bereitung und Anwendung sind ebenfalls die gleichen.

Das schwefelsaure Natron, Glaubersalz ($NaO, SO^3 + 10ag$), das salpetersaure Natron, Natronsalpeter (NaO, NO^5), das phosphorsaure Natron ($2 NaO, HO, P^2 O^5 + 24 ag$), das saure borsaure Natron, Borax ($NaO, 2 BO^3 + 10 ag$), das unterschwefligsaure Natron ($NaO, S^2O^2 + 5 ag$), das saure unterschwefligsaure Natron ($NaO, 2 O^2 O^2 + 5 ag$), Chlornatrium, Kochsalz ($NaCe^2$) u. a. Natron-Verbindungen sind zwar für vereinzelte Manipulationen erforderlich, jedoch nicht wichtig genug, um eingehend besprochen zu werden.

17. Nickel und seine Verbindungen.

Das Nickel (Ni) wurde im Jahre 1751 von Cronstedt entdeckt, aber von Bergmann als ein eigenthümliches Metall erkannt; es ist ein grauweißes, gelb schillerndes, stark glänzendes, vollkommen dehnbares Metall, wird vom Magnet angezogen und ist selbst magnetisch. Es ist in der Natur ziemlich selten; man gewinnt es aus dem Arseniknickel, welches aus Arsenik, Nickel, Eisen, Blei und Schwefel

besteht — oder aus dem Kupfernickel oder aus Kobaltspeise, in den Meteorsteinen bildet es einen wesentlichen Bestandtheil. Es zersetzt das Wasser nicht, hält sich an feuchter Luft lange unverändert und ist in Salz-, Salpeter- und Schwefelsäure leicht löslich. Sein Schmelzpunkt liegt höher als der des Gußeisens; sein specifisches Gewicht ist 8·279, geschmiedet 8·666, seine specifische Wärme beträgt 0·1035, sein Atomgewicht

$$\begin{cases} O = 100 \ldots\ldots 369{\cdot}68 \\ 2\,H = \quad 1 \ldots\ldots 29{\cdot}62. \end{cases}$$

Man erhält Nickel krystallisirt, wenn man schwefelsaures Nickeloxyd in dem einfachen elektro-chemischen Apparat zerlegt.

Die Salze des Nickels sind fast alle für galvanoplastische Zwecke benutzt worden, es sind:

a) Das Nickeloxydul (Ni O) ist ein nach seiner Entstehung bald mehr, bald weniger dunkelolivengrünes, nicht magnetisches Pulver, das, wenn es durch Zerlegung des Wassers in der Glühhitze erhalten wird, krystallinisch ist. Es ist in diesem Zustande in Säuren ganz unlöslich, dagegen zweifach schwefelsaures Kali, Borax und Phosphorsalz lösen es im Schmelzen leicht auf.

b) Das Nickeloxydulhydrat (Ni O + HO) erscheint als ein apfelgrünes Pulver und wird durch Fällen eines Nickeloxydulsalzes mit Kali oder Natron, in welchem es nicht löslich ist, erhalten. Ammoniak löst es mit violetter Farbe. Es verliert sein Wasser beim Erhitzen. Säuren, sowie auch Salmiaklösung lösen es leicht, letztere unter Abscheidung von Ammoniak. Die Nickeloxydulsalze sind in der Regel smaragdgrün, im wasserfreien Zustande meistens gelb.

c) Das Nickelchlorür (Ni Cl) bildet sich unter lebhafter Feuererscheinung in Form von zarten, talgartig anzufühlenden, dem Musivgolde ähnliche Schuppen, wenn man

trockenes Chlor über schwach erhitztes Nickel leitet, oder auch wenn man Nickel in Salzsäure löst und die Lösung in einer Retorte anfangs bis zur Trockenheit abdampft und dann bei abgehaltenem Luftzutritt glüht, wobei sich das Chlorür vollständig sublimirt. Besser ist es, zur Lösung des Nickels Chlorsalpetersäure anzuwenden, weil die Lösung in Salzsäure nur langsam vor sich geht, es bildet das so gewonnene Chlornickel eine braungelbe Masse und erscheint aus wässeriger Lösung krystallisirt in schön grünen Krystallen mit 9 Aequivalenten Krystallwasser. Durch Wasserstoff wird das Chlorür sehr leicht zu Metall reducirt. Bei gelinder Hitze abgedampft, zieht das Chlorür Feuchtigkeit aus der Luft an und löst sich leicht in Wasser zu einer grünen Flüssigkeit.

d) Das schwefelsaure Nickeloxydul ($NiO + SO^3 + 7\,HO$), durchsichtige smaragdgrüne Krystalle, aus wässeriger Lösung, wie Bittersalz — aus saurer Lösung quadratische Krystalle bildend und an der Luft verwitternd und dabei weiß werdend, wird durch Auflösen des reinen oder kohlensauren Oxyduls in der Säure erhalten. Ist das Salz in einer Temperatur von unter 15 Grad gewonnen worden, so entspricht es ganz dem Zinnsalz, war die Temperatur über 15 Grad, so enthalten die Krystalle 6 Aequivalente Wasser weniger. Das Salz bedarf zur Lösung 3 Theile kaltes Wasser weniger, Weingeist löst es nicht auf; ganz concentrirte Essigsäure fällt das Salz aus der Lösung. Für sich erhitzt, verwandelt es sich beim Rothglühen in Oxydul; bei geringer Hitze bildet sich ein basisches Salz in Form eines grünen, wenig in Wasser löslichen Pulvers. Mit Ammoniak bildet es leicht lösliche Doppelsalze.

e) Das salpetersaure Nickeloxydul ($NiO + NO_5 + 6\,HO$) bildet Krystalle, welche aus der Lösung des Nickels in Salpetersäure mit Leichtigkeit anschießen, in feuchter Luft

zerfließen, in trockener verwittern und 2 Theile kalten Wassers zu ihrer Lösung bedürfen. Beim Erwärmen geben sie anfangs ihr Wasser, dann einen Theil ihrer Säure ab, werden gelb und zu einem in Wasser löslichen basischen Salze. Das salpetersaure Salz bedarf bei der Galvanoplastik nur eines schwachen Stromes.

18. Platin und seine Verbindungen.

Das **Platin** (Pt) wurde im Jahre 1741 in Amerika in dem goldhaltigen Sande entdeckt und wegen seines silberähnlichen Aussehens „Platina" von dem spanischen „Plata" Silber genannt; es wird meist in plattrunden, linsenartigen, metallglänzenden, stahlgrauen Körnern gefunden. Das gediegene Platin ist ein Gemenge von Platin mit Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium, Ruthenium, Eisen, Kupfer, Blei, und enthält außerdem noch Körner von Osmium, Iridium, Opal, Chromstein, Titanstein, Spinell, Zirkon und Quarz. Das reine Platin ist silberhell, in's Bläuliche zielend, sehr glänzend, hämmerstreckbar und so weich, daß es mit der Scheere geschnitten werden kann. Es läßt sich fast zu mikroskopischen Drähten ausziehen und bei der gewöhnlichen Hitze der Oefen nicht schmelzen. Sein specifisches Gewicht ist zwischen 21 und 22, sein Atomgewicht

$$\begin{cases} O = 100 \; . \; . \; . \; . \; . \; 1233{\cdot}50 \\ 2\,H = 1 \; . \; . \; . \; . \; . \; 98{\cdot}84 \end{cases}$$

seine specifische Wärme beträgt 0·0314.

Das Platin widersteht allen Säuren und wird nur vom Königswasser angegriffen. Es ist daher für chemische Zwecke von unschätzbarem Werthe.

Die Platinauflösungen werden wegen der schwachen Affinität des Platins zum Sauerstoff mittelst der Batterie leicht zerlegt.

Zur Galvanoplastik benutzen wir: a) Das Platinchlorid, Chlorplatin ($Pt\ Cl_2$), stellt eine zerfließliche dunkelrothbraune Masse dar, die sich in Wasser mit rothgelber Farbe löst; sie besteht aus $Pt\ Cl_2 + HO$. Beim Erwärmen verwandelt sie sich in eine dunkelbraune Masse. Das Chlorid ist auch in Weingeist löslich, und man bedient sich seiner Lösung als Reagens auf Kali.

b) Der Platinsalmiak, Ammonium-Platinchlorid ($H_4 + N\ Cl + Pt\ Cl_2$) schlägt sich beim Vermischen einer Platinchloridlösung mit Salmiak oder einem anderen Ammoniaksalze als citronengelbes Pulver nieder. Dieses Salz bedarf zu seiner Lösung 150 Theile kaltes und 80 Theile kochendes Wasser; aus dieser Lösung krystallisirt es beim Erkalten in schönen Octaedern. In Weingeist ist es nicht löslich, eben so wenig in concentrirter Salmiaklösung. Beim Erhitzen bleibt Platinschwamm zurück.

19. Quecksilber und seine Verbindungen.

Das Quecksilber (Hg) ist ein Metall, das sich nur selten gediegen findet und zumeist mit Schwefel verbunden als Zinnober gefunden wird, es hat vor allen anderen Metallen das Eigenthümliche, daß es bei gewöhnlicher Temperatur flüssig ist, nur bei 40° C. unter dem Gefrierpunkt wird es fest. Schon in der mittleren Lufttemperatur verdampft es unmerklich, unter Glühhitze kommt es in's Sieden und läßt sich dann ohne Rückstand verflüchtigen. Die Quecksilberdämpfe sind gefährlich und giftig. Im festen Zustande ist das Quecksilber metallglänzend, zinnweiß, und läßt sich dann hämmern, walzen und schmieden, es krystallisirt in regelmäßigen Octaedern und zieht sich im Augenblicke des Festwerdens stark zusammen. Sein specifisches

Gewicht im flüssigen Zustande ist 13·568, im festen Zustande 14·391, als Dampf 6·976, sein Atomgewicht

$$\begin{cases} O = 100 \;.\;.\;.\;.\;.\; 12{\cdot}6582 \\ 2\,H = \;\;1 \;.\;.\;.\;.\;.\; 101{\cdot}43 \end{cases}$$

seine specifische Wärme beträgt 0·033.

Das Quecksilber wird sehr vortheilhaft angewendet, um die Reduction der Alkalien herbeizuführen. Es verbindet sich mit Metallen und bildet mit denselben die Amalgame, und zwar leicht mit Blei, Wismuth, Zinn, Zink, Silber, Gold, jedoch schwerer mit Kupfer.

Von den Quecksilbersalzen brauchen wir nur, und zwar zum „Verquicken" des Zinks, das salpetersaure Quecksilberoxyd und das Chlorquecksilber.

a) Salpetersaures Quecksilberoxyd, $HgO, NO_5 + 8aq$.

Wird erhalten durch Auflösen von metallischem Quecksilber in überschüssiger Salpetersäure. Es erscheint nach dem Abkühlen der heißen Lösung in farblosen rhombischen Krystallen. Es zerfällt leicht in basische Salze.

Man verwendet dies, wie alle sehr giftigen Quecksilbersalze, zum Amalgamiren des Zinks.

b) Das Quecksilberchlorid ($HgCl_2$), Aetzsublimat, bildet, aus wässeriger Lösung krystallisirt, weiße glänzende Prismen, sublimirt bildet es weiße, durchscheinende, schwere Massen von grobkörnigem Bruche. In Wasser, Weingeist und Aether löslich, röthet es Lackmuspapier, schmeckt scharf, ätzend, metallisch und wirkt äußerst giftig.

Es ist leicht reducirbar und giebt an Metalle reines Quecksilber ab.

In der Galvanoplastik dient es zu gleichem Zwecke wie das vorstehend besprochene Salz.

20. Salpetersäure.

Die Salpetersäure, das Scheidewasser (NO_5), besteht aus Stickstoff und Sauerstoff und wird nur in Verbindung mit Wasser angewendet; sie gehört zu denjenigen Körpern, welche sich unter dem Einfluß der elektrischen Kräfte am leichtesten zerlegen; ihr specifisches Gewicht ist 1·554, Atomgewicht:

$$\begin{cases} O = 100 \; . \; . \; . \; . \; . \; 677{\cdot}04 \\ 2\,H = 1 \; . \; . \; . \; . \; . \; 54{\cdot}25. \end{cases}$$

Die gewöhnliche Salpetersäure enthält zuweilen Salzsäure; außerdem kann sie mit Schwefelsäure und mit Untersalpetersäure verunreinigt sein. Um die Salzsäure und die Untersalpetersäure zu entfernen, erhitzt man die Salpetersäure in geeigneten Flaschen im Wasserbade bei 80—90° so lange, bis sich keine rothen Dämpfe mehr entwickeln und eine herausgenommene Probe mit salpetersaurem Silberoxyd keine Trübung giebt. Die Schwefelsäure wird dagegen von der Salpetersäure durch Destillation über salpetersaurem Baryt befreit. Um concentrirte Salpetersäure zu erhalten, mischt man Salpetersäure von 1·42 mit dem gleichen Maße concentrirter Schwefelsäure und destillirt im Sandbad zwei Drittel der Salpetersäure über. Diese hat 1·514 bis 1·520 und enthält keine Schwefelsäure, wenn man die Retorte nicht stärker erhitzt, als zum Verflüchtigen der Salpetersäure nöthig ist. Die Salpetersäure bildet 4 Hydrate, das erste Hydrat $HO + NO_5$ enthält 14·29 Percent Wasser, sein specifisches Gewicht ist 1·552 bei 15°, und ist eine wasserhelle Flüssigkeit, welche an der Luft raucht und die erst bei 54° Kälte gefriert; das zweite Hydrat $2\,HO + NO_5$ enthält 25 Percent Wasser, sein specifisches Gewicht ist 1·484 bei 18°, sie ist farblos; das dritte Hydrat $4\,HO + NO_5$

enthält 40 Percent Wasser, sein specifisches Gewicht ist 1·418 bei 18°. Dieses Hydrat ist das beständigste, welches man auch am leichtesten enthält; endlich das vierte Hydrat, 9 HO + 2 NO_5 enthält 42·77 Percent Wasser, sein specifisches Gewicht ist 1·405 bei 20°.

Wenn man auf 50 Theile Salpeter nur 48 Theile Schwefelsäure zur Zersetzung anwendet, so erhält man als Destillat eine rothgelbe Flüssigkeit, die aus einem Gemenge von Salpetersäure und Untersalpetersäure besteht. Diese Flüssigkeit führt den Namen rauchende Salpetersäure, sie ist gelbroth, stößt rothbraune Dämpfe aus; ihr specifisches Gewicht ist 1 546—1552, sie gefriert schon bei 4·9° Kälte zu einer rothbraunen Masse. Die Salpetersäure ist für alle Metalle das kräftigste Oxydationsmittel.

Um am einfachsten Salpetersäure zu gewinnen, zerlegt man salpetersaures Kali (Salpeter) oder salpetersaures Natron mittelst Schwefelsäure. Die Darstellung selbst zu beschreiben, würde den Raum dieses Buches überschreiten.

21. Von dem Schwefelkohlenstoff.

Das Kohlensulfid, der Schwefelkohlenstoff, Schwefelalkohol ($C\,S_2$), ist eine chemische Verbindung von Kohlenstoff und Schwefel, äußerst dünnflüssig, farblos, stark lichtbrechend, von eigenthümlich unangenehmem Geruche nach faulem Rettig und außerordentlich flüchtig; sein specifisches Gewicht ist 1·263, das specifische Gewicht seines Dampfes 2·670, sein Atomgewicht

$$\begin{cases} O = 100 \ldots\ldots 478{\cdot}77 \\ 2\,H = 1 \ldots\ldots 38{\cdot}36. \end{cases}$$

In einem kräftigen Luftstrome verdampft, erstarrt ein Theil desselben zu einer weißen, blumenkohlartigen Masse, die aber sehr leicht wieder schmilzt; bei 4·6° siedet er und ist

sehr leicht entzündlich, er verbrennt unter bläulicher Flamme, indem sich Kohlensäure und schwefelige Säure bildet; wird er mit Stickoxydgas vereinigt, so brennt sein Dampf mit schöner weißer Flamme. Schwefelkohlenstoff ist in Wasser unlöslich.

22. Schwefelsäure.

Die Schwefelsäure, das Vitriolöl ($S\,O_3$), ist entweder wasserfrei oder wasserhaltig; im ersteren Falle hat sie ein specifisches Gewicht von 1·57, ein Atomgewicht von:

$$\begin{cases} O = 100 \;\; \ldots\ldots \;\; 501{\cdot}16 \\ 2\,H = 1 \;\; \ldots\ldots \;\; 40{\cdot}16 \end{cases}$$

und leitet die Elektricität nicht; anders verhält es sich mit der wasserhaltenden Schwefelsäure, welche im Gegentheile ein sehr beförderndes Agens in der Elektrochemie bildet, und zwar je besser, desto wasserhaltiger sie ist. Die Schwefelsäure verbindet sich mit den Basen zu schwefelsauren Salzen und ist im Stande, bei Vermittlung des Wassers alle anderen Säuren zu verdrängen; wenn diese jedoch feuerbeständig sind, dann tritt bei erhöhter Temperatur der umgekehrte Fall ein. Die Schwefelsäure verhält sich im wasserfreien Zustande gegen viele Körper ganz indifferent, mit welchen sie sich bei Gegenwart von Wasser sehr leicht verbindet, und zwar erst bei heftiger Erhitzung, die bis zur Feuererscheinung gehen kann. Mit Basen verbunden, bildet sie zahlreiche Mineralien, z. B. den Gyps, Schwerspath, Cölestin, Bleivitriol 2c. Die wasserhaltige Schwefelsäure oder das Schwefelsäurehydrat ist unter dem Namen rauchende Schwefelsäure, Vitriolöl und englische Schwefelsäure bekannt.

Schwefelsäure entsteht durch Oxydation der schwefeligen Säure. Wenn man den rauchenden Vitriol in einer Retorte

erhitzt und eine Vorlage anbringt, die man stark abkühlt, so geht wasserfreie Schwefelsäure über, die sich in der Vorlage zu einer asbestartigen Masse verdichtet. Die wasserfreie Schwefelsäure ist weich, undurchsichtig, dem Schnee ähnlich und von ätzend saurem Geschmack. Mit Wasser zusammengebracht, erzeugt sie ein Geräusch, wie wenn man ein glühendes Eisen in Wasser taucht. Bei 25° Wärme schmilzt sie und erstarrt beim Erkalten zu einer seidenartigen Masse. Bei höherer Temperatur verflüchtigt sie sich. An der Luft verbreitet sie weiße Dämpfe und zerfließt endlich zu wässeriger Schwefelsäure. Mit Schwefel zusammengebracht, giebt sie eine grüne Färbung, und die Säure geht in schwefelige Säure über.

a) Die rauchende Schwefelsäure, Nordhäuser Schwefelsäure oder das Vitriolöl, ist eine ölartige Flüssigkeit von gelblicher oder oft auch brauner Farbe und stechendem Geruch, sie ist ein veränderliches Gemenge von wasserfreier Schwefelsäure und dem Hydrat. Man stellt sie dar, indem man schwefelsaures Eisenoxydul aus eisernen Retorten destillirt. Die Säure geht als Flüssigkeit in die Vorlage. Die Dichte derselben, sowie ihr Siedepunkt sind verschieden, hängen aber hierin zusammen, denn je dichter sie ist, desto leichter siedet sie.

b) Die englische Schwefelsäure, concentrirte Schwefelsäure, weißes Vitriolöl, ist im reinen Zustande eine wasserhelle, fast geruchlose, höchst sauer schmeckende, ölartige Flüssigkeit, entsteht durch die Vereinigung des Nordhäuser Vitriols mit 1 Aequivalent Wasser; sie ist das gebräuchlichste und wichtigste Hydrat der Schwefelsäure, beginnt bei 326° zu sieden und hat ein specifisches Gewicht von 1·848. Bei gewöhnlicher Temperatur verdunstet sie nicht, zieht aber an feuchter Luft das 15fache ihres Gewichtes Wasser aus derselben an.

Wenn man Schwefelsäure mit Wasser vermengt, so findet eine bedeutende Wärmeentwicklung statt und das Gemenge nimmt einen kleineren Raum ein, als die beiden Flüssigkeiten vor der Mischung. Einige Metalloide, wie der Kohlenstoff, Schwefel, Phosphor, zersetzen die Schwefelsäure in der Wärme und verwandeln dieselbe in schwefelige Säure; Kupfer, Silber, Quecksilber zersetzen die Schwefelsäure so, daß die eine Hälfte derselben in Sauerstoff und schwefelige Säure zerfällt, während die andere Hälfte mit dem neu entstandenen Oxyd schwefelsaures Salz bildet. Da die gewöhnliche Schwefelsäure oft verunreinigt, namentlich arsenhaltig ist und andere nicht flüchtige Bestandtheile enthält, so wird sie durch Destillation gereinigt. Die Concentration der Schwefelsäure wird durch das specifische Gewicht erkannt. In einer Platinschale verdampft, darf sie keinen Rückstand hinterlassen. Ein Tropfen rothe schwefelsaure Manganoxydlösung darf, in die Schwefelsäure gebracht, seine rothe Farbe nicht verlieren, sonst ist schwefelige Säure vorhanden; ein Krystall von Eisenvitriol darf sich in der Säure nicht mit einem braunrothen Wölkchen umgeben, weil dieses auf Salpetersäure deuten würde. Mit Wasser vermischt, darf sich kein rothes Pulver absetzen. In der verdünnten Schwefelsäure darf durch Schwefelwasserstoff keine gelbe Fällung entstehen, weil sonst die Schwefelsäure Arsenik enthält; denn eine nicht unbedeutende Menge von Schwefelsäure wird nämlich aus arsenikhaltigem Schwefelkies bereitet, so daß der Arsenikgehalt in die Schwefelsäure übergeht. Solche Schwefelsäure kann zu Vergiftungen Anlaß geben. Um nun die Schwefelsäure vom Arsenikgehalt zu befreien, wird sie unter beständigem Umrühren so lange mit einer concentrirten Schwefelbariumlösung versetzt, als noch ein Arsenikgeruch verspürt wird.

Da bei dem Verdünnen der Schwefelsäure mit Wasser eine starke Erhitzung eintritt, so darf man nie Wasser in die Schwefelsäure, sondern muß stets umgekehrt, die Schwefelsäure unter beständigem Umrühren in einem ganz feinen Strahl oder tropfenweise in das Wasser oder die wässerige Flüssigkeit thun.

23. Silber und seine Verbindungen.

Das Silber (Ag) ist ein Metall von hellweißer Farbe. Es kommt ziemlich häufig, und zwar gediegen, theils mit Arsenik, Antimon, Tellur, Quecksilber und Gold, theils als Schwefelmetall mit anderen Schwefelverbindungen vereinigt, selten als Oxyd an Säuren gebunden, vor. Das Silber steht in Hinsicht auf seine Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit dem Golde am nächsten und bezüglich seiner Härte zwischen Gold und Kupfer. Es kann vermöge seiner großen Dehnbarkeit zu Plättchen geschlagen werden, die viel dünner als Papier sind, und läßt sich zu dem feinsten Draht ausziehen, hat einen sehr schönen Glanz, läßt sich gut poliren, ist härter als Gold. Sein specifisches Gewicht wechselt zwischen 10·47 und 10·54, sein Atomgewicht

$$\begin{cases} O = 100 \ldots\ldots\ldots 1351 \cdot 61 \\ 2\,H = \quad 1 \ldots\ldots\ldots 108 \cdot 30 \end{cases}$$

die specifische Wärme beträgt 0·0557.

Das Silber schmilzt bei einer niedrigeren Temperatur als Gold und Kupfer. Im Brennpunkte eines Brennglases schmilzt es nur, wenn es nicht gut polirt ist, da die glänzende Oberfläche die Lichtstrahlen zurückwirft.

Als Silbersalze wendet man in der Galvanoplastik folgende an: die Doppelcyanverbindung, das salpetersaure, hydrothionsaure Salz und die Ammoniakauflösung und Chlorsilber.

a) Das Silberoxyd ($Ag\,O_3$) wird aus dem salpetersauren Salze durch Kalilauge, Barythhydrat &c. gefällt. Der getrocknete Niederschlag ist wasserfrei, zersetzt sich bei 250 Grad, unter Wasserstoff schon bei 100 Grad, und wird auch durch andere Körper, sowie vom Lichte reducirt. Das Oxyd ist eine starke Base, seine Salze sind zum Theile mit den Natronsalzen isomorph, die löslichen schmecken herbe metallisch und wirken ätzend giftig.

b) Das Silberchlorid, Hornsilber, Silberhornerz ($Ag\,Cl$) besteht aus weißlich oder schwach gefärbten kleinen Würfeln des tesseralen Systems, die zu einem krustenartigen Wulste sich häufen; ihre Härte ist 1 bis 1·5, ihr specifisches Gewicht 5·5 und enthalten in 100 Theilen 76 Percent Silber und 24 Percent Chlor. Das Chlorsilber ist in Wasser beinahe unlöslich, in Ammoniak, unterschwefligsaurem Natron, Cyankalium &c. leicht löslich. Dem Lichte ausgesetzt, wird das Chlorsilber violett durch Reduction.

c) Das Silbercyanid, Cyansilber ($Ag\,C_3\,N_3 + 3\,H_2\,O$) wird wie Chlorsilber erhalten, ist weiß, schwärzt sich in der Flüssigkeit nicht am Lichte, ist in Ammoniak leicht löslich, giebt mit den Cyanüren anderer Metalle Doppelcyanüre, von denen die mit Alkalimetallen leicht löslich sind. Die Lösungen von Blutlaugensalz und unterschwefligsaurem Natron nehmen es reichlich auf, indem sich lösliche und krystallisirbare Verbindungen bilden.

d) Das Silbercyanid-Cyankalium, Kaliumsilbercyanid ($K\,Ag\,[CN]_4 + H_2\,O$) entsteht beim Lösen von Cyan- und Chlorsilber in Cyankalium, bei der Einwirkung von Luft auf Silber und Cyankalium, ist luftbeständig, reagirt neutral, wird durch Licht dunkel gefärbt, ist in Wasser und Weingeist löslich und krystallisirt in farblosen Octaedern.

e) Das Silbercyanür, Cyansilber (Ag CN) ist ein weißer, käsiger, flockiger, dem Chlorsiber ähnlicher Niederschlag, den man erhält, wenn man zu einer Lösung von salpetersaurem Silberoxyd eine Cyankaliumlösung oder Blausäure giebt. Cyansilber wird durch Chlorwasserstoffsäure unter Entwicklung von Blausäure oder von siedender Salpetersäure unter Entwicklung von Kohlensäure zersetzt.

f) Das Silbercyanür-Cyankalium, Kaliumsilbercyanür ($KAg[CN]_2$) entspricht fast in Allem dem oben erwähnten Kaliumsilbercyanid, es bedarf zur Lösung 8 Theile kalten und 1 Theil kochenden Wassers, es entsteht, wenn man eine Lösung von Cyankalium mit Cyansilber sättigt und dann abdampft.

g) Alle diese sowohl einfachen, wie doppelten Cyanverbindungen sind sehr heftig wirkende Gifte; sie werden durch stärkere Säuren unter Entwicklung von Blausäure und Abscheidung des unlöslichen Cyanids zersetzt.

h) Die Verbindungen des Cyans mit den Alkalimetallen sind farblos, lassen sich in Wasser leicht lösen, schmelzen bei Abschluß von Luft unverändert, bei Zutritt von Luft werden sie zu Cyansäuresalzen oxydirt.

i) Das Schwefelsilber (Ag S), dem Oxyd entsprechend, entsteht beim Schmelzen von Silber mit Schwefel und in allen sauren Silberlösungen durch Schwefelwasserstoff, ist krystallinisch bleigrau, metallglänzend, hämmerbar, sehr weich, leitet erwärmt die Elektricität wie ein Metall. Es wird durch Rösten schwierig zerlegt, giebt aber beim Schmelzen mit Eisen oder Blei seinen Schwefel leicht ab.

k) Das wichtigste Silbersalz ist für uns das salpetersaure Siberoxyd, Höllenstein ($AgO + NO_5$), krystallisirt in farblosen, wasserfreien Tafeln aus der Lösung des reinen Silbers in Salpetersäure. Es ist leicht in Wasser, auch in

Alkohol und Aether löslich, reagirt neutral und hinterläßt beim Glühen metallisches Silber. Aus diesem Salze werden alle galvanoplastischen Bäder bereitet, während es am wenigsten zur Galvanoplastik geeignet ist, wenn nicht ein sehr schwacher Strom erfordert wird. Als positive Elektrode kann dann nur Platin oder Silber angewendet werden, welches die Auflösung bei demselben Grade der Sättigung erhält. Das Modell kann von Gold, Platin, Kohle, Silber oder mit einem von diesen Metallen überzogener Gegenstand sein.

i) Das ammoniakalische Silber, Silberoxyd-Ammoniak, Stickstoffsilber ($AgONH^3$) bildet schwarze, kleine metallglänzende Krystalle, welche schon bei der Berührung oder beim Schütteln der Flüssigkeit, in der sie sich bilden, mit größter Heftigkeit detoniren. Berthollet machte im Jahre 1788 die Beobachtung, daß durch Kalkwasser frischgefälltes Silberoxyd mit sehr concentrirtem Aetzammoniak übergossen und damit 12 Stunden lang stehen gelassen, in eine bei den geringfügigsten Veranlassungen mit großer Heftigkeit explodirende und daher höchst gefährliche Substanz verwandelt werde. Im nassen Zustande explodirt sie viel schwerer, man wäscht sie daher aus und vertheilt sie noch naß in kleine Portionen. Aus der von dem Knallsilber abgegossenen ammoniakalischen Flüssigkeit schießen die oben genannten Krystalle an.

Die ammoniakalische Silberauflösung oder das Silberoxyd-Ammoniak wird häufig mit dem Namen Knallsilber bezeichnet, es explodirt noch leichter als das knallsaure Silberoxyd. Faraday erzeugte es auch, indem er Silberoxyd, das durch ein Alkali gefällt wurde, mit Ammoniak, dem Kali zugesetzt ist, kocht, oder indem er einer Auflösung von Silberchlorid in Ammoniak so lange Aetzkali in Stücken zusetzte, so lange noch Aufbrausen eintrat.

24. Zink und seine Verbindungen.

Das Zink (Zn) ist ein bläulich weißes, stark glänzendes Metall, das in der Natur mit dem Schwefel verbunden als Zinkblende oder auch mit Kohlensäure vereinigt als kohlensaures Oxyd, Zinkspath, Galmei und mit Kieselsäure als Zinkglas oder Zinkkieselspath u. a. m. vorkommt. Es krystallisirt bei langsamer Erkaltung in vierseitigen oder in flachen sechsseitigen Prismen, ist wenig biegsam und zeigt einen grob krystallinischen, blättrigen Bruch, läßt sich bei einer Temperatur von 80° R. und selbst bis 150 Grad hämmern, schmieden, walzen, schlagen und ziehen, bei 205 Grad wieder brechen und dann in einem bis zu demselben Grad erhitzten Mörser pulverisiren; an der Luft oxydirt es rasch und verliert dann den Glanz. Vor dem Glühen schmilzt das Zink schon, bei der Rohglühhitze verdampft es. In der Luft entzündet sich der Zinkdampf, und wenn er sich rußartig an kalten Wänden ansetzt, so bildet er daran die sogenannten Zinkblumen, das Zinkweiß. Das specifische Gewicht des geschmolzenen Zinks ist 6·862, des geschmiedeten Zinks 7·215, sein Atomgewicht

$$\begin{cases} O = 100 \;\ldots\ldots\ldots\; 403{\cdot}23 \\ 2\,H = \;\;\,1 \;\ldots\ldots\ldots\; 32{\cdot}31, \end{cases}$$

seine specifische Wärme beträgt 0·0927.

Zur Erzeugung von elektrischen Strömen eignet sich das reine Zink sowohl in den einfachen als zusammengesetzten Apparaten unter allen Metallen am besten, weil die heftige Einwirkung, welche dieses Metall durch das gesäuerte Wasser erleidet, hierfür ganz besonders günstig ist; das Zink muß rein sein, weil es dann vom gesäuerten Wasser weniger angegriffen wird; unreines Zink wird deshalb amalgamirt.

a) Das Zinkoxyd oder die Zinkblumen (Zn O) sind eine weiße, flockige Masse, die beim Erwärmen blaß citronengelb wird. Zinkoxyd bildet sich, wenn Zink mit blendend bläulich-grüner Flamme verbrennt, oder wenn Zink feuchter Luft ausgesetzt wird. Das Zinkoxyd bildet mit den Säuren eine große Anzahl von Salzen. Sie sind nur gefärbt, wenn die Säure farbig ist und meistens in Wasser löslich. Aetzende Alkalien und Ammoniak, sowie Blutlaugensalz fällen das Zinkoxyd als weißen Niederschlag.

b) Das Chlorzink, Zinkchlorid oder Zinkbutter (Zn Cl) bildet sich in Form einer weißlich-grünen, halbdurchsichtigen, weichen, an der Luft zerfließenden Masse, wenn Chlor mit Drehspänen von Zink in Berührung kommt. In wässerigem Zustande erhält man es durch Auflösen des Zinks in Salzsäure. Nach dem Eindampfen bilden sich oktaedrische Krystalle.

c) Das kohlensaure Zinkoxyd ($Zn O, CO^2$) kommt als eines der wichtigsten Zinkerze, Zinkspath oder Galmei, entweder derb oder in glasglänzenden weißen oder weißgrauen Rhomboëdern krystallisirt vor. Künstlich erhalten wir es durch Fällen einer Zinklösung mit kohlensaurem Natron als weißen, pulverförmigen Niederschlag, welcher jedoch nicht reines kohlensaures Zinkoxyd, sondern basisch-kohlensaures Zinkoxyd ist.

Es dient zu vielen technischen Zwecken und in der Galvanoplastik wie das reine Zinkoxyd.

d) Das Zinkoxydhydrat ($Zn O + HO$) fällt man aus der wässerigen Lösung des Zinkoxydes durch Aetzkali oder Ammoniak, es löst sich mit Leichtigkeit in Ammoniak und bildet einen weißen, voluminösen Niederschlag, der im Ueberschusse des Fällungsmittels löslich ist.

e) Das schwefelsaure Zinkoxyd, der Zinkvitriol, weißer Vitriol oder auch Galitzenstein genannt, ($ZnO + SO_3 + 7 HO$) kommt theils in der Natur als Verwitterung der Zinkblende vor, theils wird es auch aus dieser Blende künstlich erzeugt, theils auch als Nebenproduct bei der Entwickelung von Wasserstoff erhalten. Es kommt in weißen Stücken vor, die zusammenziehend metallisch schmecken. Das Zinkoxyd und schwefelsaure Zinkoxyd werden in der Galvanoplastik am meisten benützt.

f) Das amalgamirte Zink wird von Wasser, welches mit Schwefelsäure leicht gesäuert ist, nicht angegriffen, deshalb amalgamirt man es durch Behandeln mit gesäuertem Wasser und Abreiben mit Quecksilber. Das amalgamirte Zink bewirkt, daß die chemische Thätigkeit, welche beim rohen Zink gewöhnlich heftig und stark ist, ruhig und einförmig geschieht. Amalgamirtes Zink wird nur angegriffen, wenn die Kette der Batterie geschlossen ist, dasselbe kann somit in der gesäuerten Flüssigkeit bleiben; es erzeugt einen regelmäßigen Strom, denn während bei einem Plattenpaare, in welchem sich gewöhnliches Zink befindet, die Thätigkeit des Stromes nicht regelmäßig ist und hierdurch an die Oberfläche des Zinks ungleiche Quantitäten von Säure treten, welche nicht gleichmäßig die Oberfläche von Oxyd befreien, zeigt sich nach Versuchen von Faraday eine ziemliche Gleichmäßigkeit des Stromes, welche nur in den ersten 30 Minuten eine Abweichung der Nadel von 62·5° successive bis 46° erzielt, während dann selbst durch Umrühren der Flüssigkeit nach einer Stunde keine oder nur eine unmerkliche Abweichung der Nadel erfolgte mit amalgamirten Zinkplatten.

25. Zinn und seine Verbindungen.

Das Zinn (Sn) hat in reinem Zustande eine weiße, etwas in's Bläuliche fallende Farbe, ist weich und wenig elastisch, von krystallinischem Gefüge, ziemlich dehnbar und geschmeidig, hat einen schönen Glanz, einen eigenthümlichen Geruch, sein specifisches Gewicht ist 7·285, im gegossenen Zustande 7·291 und im gehämmerten Zustande 7·293 bis 7·475, sein Atomgewicht

$$\begin{cases} O = 100 \; . \; . \; . \; . \; . \; 735{\cdot}29 \\ 2\,H = 1 \; . \; . \; . \; . \; . \; 58{\cdot}92 \end{cases}$$

eine specifische Wärme beträgt 0·0314.

Das Zinn knirscht unter den Zähnen und beim Biegen (es schreit), schmilzt bei 160° R., läuft in der Hitze schwach an, kommt unter der Glühhitze in's Schmelzen und nimmt beim Erstarren ein krystallinisches Gefüge an; es verflüchtigt sich bei einer hohen Temperatur außer Berührung mit der Luft langsam, verbindet sich sowohl auf nassem, als auch trockenem Wege leicht mit dem Sauerstoff und bildet in dieser Verbindung eine Reihe von Oxyden, die sich nach der Menge des Sauerstoffes in ihren Eigenschaften unterscheiden. Zinnstein, woraus das Zinn auch gewonnen wird, ist das natürlich vorkommende Mineral.

a) Das Zinnoxydul (Sn O) löst sich in verdünnten Säuren in Aetzlauge unter Entwickelung von Wasserstoffgas als Oxydul, und dieses wird durch reines oder kohlensaures Ammoniak oder auch durch kohlensaures Kali als Oxydulhydrat, somit als Zinnoxydulhydrat (Sn O + HO) in Form eines weißen Pulvers gefällt. Man erhält das Zinnoxydul als ein blauschwarzes Pulver, wenn man 4 Theile vorher geschmolzenes Zinnchlorür mit 7 Theilen krystallisirtem kohlensauren Natron zusammenreibt und das flüssige Gemenge dann unter stetem

Umrühren so lange erhitzt, bis es ganz schwarz ist. Das Zinnoxydul ist eine Base, da es mit den Säuren, in denen es sich besonders als Hydrat sehr leicht löst, die Zinnoxydulsalze bildet, welche größtentheils weiß oder gelblich sind und immer sauer reagiren. Sie entziehen sowohl der Luft als anderen Körpern Sauerstoff, wodurch das Oxydul in Zinnoxyd oder Zinnsäure übergeht.

b) Zinnsäure ($Zn\ O_2$) findet sich als Zinnstein in der Natur als das wichtigste Zinnerz in Form von wohl ausgebildeten Krystallen von bräunlicher bis schwarzer Farbe oder als ebenso gefärbte derbe Stücke. Künstlich dargestellt unterscheidet man:

α) Zinnsäure und

β) Zinnsäure oder Metazinnsäure.

Die erstere bildet ein seidenglänzendes weißes Pulver und hat die Formel $Sn\ O_2\ HO$. Beim Erwärmen geht sie in Metazinnsäure über, sie löst sich in Salzsalpeter- und verdünnter Schwefelsäure.

Die letztere β) oder Metazinnsäure erhält man durch Oxydation des Zinns mit Salpetersäure als weißes schweres Pulver, welches in überschüssiger Säure unlöslich ist.

Dieses Präparat dient als geschätztes Schleif- und Polirmittel.

c) Das Chlorzinn, Zinnchlorid ($Sn\ Cl_2$) ist eine farblose, an der Luft stark rauchende Flüssigkeit; es bildet sich unter lebhafter Feuererscheinung, wenn man Zinn in Chlorgas bringt; man bereitet es daher auch, wenn man trockenes Chlorgas in eine Röhre leitet, die mit Zinnstreifen angefüllt ist.

d) Das Zinnchlorür, Zinnbutter ($Sn\ Cl$) ist eine weiße, emailähnliche, bei 250 Grad schmelzende Masse, welche nahe bei der Glühhitze überdestillirt. In absolutem Alkohol ist es

löslich, in Chlorgas entzündet es sich und verbrennt zu Chlorid. Beim Liegen an der Luft ändert es sich nur wenig, an der Luft erhitzt, entweicht das Zinnchlorid, und Zinnsäure bleibt zurück. Es bildet sich, wenn Zinn in Hydrochlorgas erhitzt wird, unter Abscheidung des Wasserstoffes; man bereitet es, wenn man Zinnsalz zuerst in einem geräumigen Tiegel so lange erhitzt, bis es nicht mehr schäumt, dann ausgießt und aus einer Retorte von hartem Glase destillirt.

e) Das Zinnsalz, salzsaures Zinnoxydul ($SnO + HCl$) wird im krystallisirten Zustande durch Auflösen von Zinnspänen in Salzsäure und Abdampfen der Lösung dargestellt. Nach Nöllner soll man die Salzsäure, sowie sie sich aus den Retorten entwickelt, sogleich auf granulirtes Zinn, das in Vorlagen von Steingut eingefüllt ist, einwirken lassen und die aus den Vorlagen abfließende concentrirte Zinnsalzlösung in zinnernen Pfannen unter Zusatz von granulirtem Zinn eindampfen. Das Zinnsalz erscheint in farblosen durchsichtigen Krystallen, die sich sehr leicht in Wasser lösen. Die Lösung scheidet sehr bald ein basisches Salz ab. Diese Abscheidung wird durch Zusatz von Weinsäure vermieden. Das Zinnsalz läßt sich schwer in Platten bringen. Man bedient sich der Auflösung des Zinns in Königswasser, welche mit Essigsäure gesäuert ist; ein einziges Paar mit einer positiven Elektrode von Zinn reicht hin, um zu experimentiren.

f) Das zinnsaure Natron ($NaO + SnO_2 + 3\,HO$) krystallisirt schwieriger als das Kalisalz und ist leichter löslich als dieses.

Schlußwort.

Indem ich mein Werk schließe, verhehle mir nicht, daß es, wie alles menschliche Machwerk, auch seine Mängel und Lücken haben wird, allein man wird begreifen, daß es ganz unmöglich ist, bei dem allerredlichsten Willen und dem ernstesten Streben selbst allen möglichen Ansprüchen zu genügen. Die Galvanoplastik erfordert, um erschöpfend behandelt zu werden, eine umfangreiche Literatur, so daß in einem Specialwerke wie das vorliegende nur die dem Praktiker nothwendigen Lehr- und Grundsätze der wissenschaftlichen Forschung und diejenigen praktischen Anweisungen, Vorschriften und Manipulationen angeführt werden können, welche dem Fachmanne, dem Galvanoplastiker nothwendig und nützlich sind.

Daß hierin Alles geschehen, hoffe ich annehmen zu dürfen, da meine eigenen vieljährigen Erfahrungen in den verschiedenen galvanoplastischen Ateliers mich in den Stand

setzten, die vielen Klagen und Gebrechen der Arbeiter kennen zu lernen und denselben nach Kräften abhelfen zu können. Möge mir dies nun auch in dem Vorstehenden gelungen sein, und sollten ja noch Zweifel sich einstellen, so werde ich gerne privatim nachhelfen, wo ich angesprochen werde.

Mittheilungen jedweder Art über Galvanoplastik durch die Verlagshandlung A. Hartleben in Wien werde ich stets dankend annehmen und Gesuche bereitwillig erfüllen.

Der Verfasser.

Inhalt.

Erster Theil.

Zweiter Theil.

Dritter Theil.

Vierter Theil.

Fünfter Theil.

Sechster Theil.

Siebenter Theil.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Elektro-technische Bibliothek.

Herausgegeben von

Gustav Glaser-de Cew.

In zehn Bänden à circa 15 Bogen, mit zusammen 400 Illustrationen, zum Preise von je 1 fl. 65 kr. = 3 Mark = 4 Francs = 1 R. 80 Kop. per Band.

Jeder Band ist für sich vollkommen abgeschlossen und einzeln käuflich.

Die außerordentlich große Anzahl von wichtigen Erfindungen der Neuzeit, denen die Anwendung der Elektricität zu Grunde liegt, und die überraschenden Erfolge, welche in der Telegraphie, der Telephonie, der elektrischen Beleuchtung, **der Galvanoplastik** und der elektrischen Kraftübertragung während der letzten Jahre erzielt worden sind, zeigen, daß das Studium der Elektricität in eine ganz neue Phase eingetreten ist und gegenwärtig einen vollständig veränderten Gesichtspunkt gewonnen hat.

Während früher die Elektricitätslehre fast ausschließlich den Physiker beschäftigte, ist heutzutage diese Wissenschaft in die Hände des Ingenieurs übergegangen, und die auf theoretischem und experimentellem Gebiete von den großen Forschern unseres Jahrhunderts errungenen Resultate haben die Basis gelegt für einen neuen Zweig der angewendeten Wissenschaften, welcher an Bedeutung fast alle übrigen Zweige zu übertreffen scheint, nämlich die Elektrotechnik.

Noch vor wenigen Jahren glaubte das Publikum kaum an das Vorhandensein einer elektro-technischen Wissenschaft, und alle Anwendungen der Elektricität, mit Ausnahme der Telegraphie, wurden mehr oder weniger als physikalische Curiosa angesehen: die internationalen elektrischen Ausstellungen der letzten Jahre haben jedoch der Welt in glänzender Weise bewiesen, daß eine Elektrotechnik nicht nur vorhanden ist, sondern daß dieselbe auch bereits auf einer solchen Stufe der Entwickelung steht, daß Niemand mehr über die vielversprechende Zukunft derselben in Zweifel sein kann, und mit jedem Tage wächst die Zahl derer, die dieses neue lohnende Gebiet der menschlichen Thätigkeit zu ihrem Lebensberufe wählen.

Um nun allen denen, die sich der Elektrotechnik gewidmet haben, ihren praktischen Beruf durch ein passendes literarisches Hilfsmittel zu erleichtern, hat die unterzeichnete Verlagsbuchhandlung sich entschlossen, eine Reihe von Handbüchern über angewendete Elektricität zu veröffentlichen, welche mit specieller Rücksicht auf die Bedürfnisse der Praxis verfaßt sind und sich in Plan und Ausführung eng an die von derselben Verlagshandlung herausgegebene „Chemisch-technische Bibliothek" anschließen.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Die Wunder der Physik und Chemie

für Leser aller Stände

gemeinfaßlich bearbeitet von

Ferdinand Siegmund.

Mit 400 Abbildungen.

60 Bogen. Gr.-8. Eleg. geh. 6 fl. ö. W. = 10 M. 80 Pf.
In Original-Prachtband 7 fl. 20 kr. ö. W. = 13 Mark.
Auch in 20 Lieferungen à 30 Kr. ö. W. = 60 Pf.

In einer Zeit, wo die gesammten Naturwissenschaften sich die Welt erobert haben und der Fortschritt auf allen Gebieten derselben geradezu ein riesiger genannt werden muß, kann man das Erscheinen eines Werkes, welches die „Wunder der Physik und Chemie" gemeinfaßlich darstellt, nur mit lebhaftem Willkommen begrüßen. Das vorliegende Werk ist nicht bestimmt, als physikalisches oder chemisches Handbuch dem Fachmanne zu dienen, es verfolgt einen anderen Zweck, nämlich dem Bedürfniß der allgemeinen Bildung in diesen beiden Wissenschaften, welche auf Künste und Gewerbe, auf das tägliche Leben überhaupt einen so großen Einfluß ausüben, zu dienen. Verfasser vertritt den Standpunkt, den riesigen Stoff in eine knappe Form zu bringen, und Alles, was nur für den exacten Fachmann specielles Interesse hat, sorgfältig auszuscheiden. Er vermied es mit Geschick, die Naturgesetze überall mathematisch zu entwickeln, wie dies z. B. in physikalischen Lehrbüchern gebräuchlich ist, weil viele der Leser, die keinen höheren mathematischen Unterricht genossen haben, die oft complicirten Folgerungen nicht verstanden hätten. Ein Schwergewicht ist vielmehr darauf gelegt, die physikalischen und chemischen Gesetze eingehend zu erörtern und sie dem Verständnisse des Laien näher zu bringen. Wo es nothwendig erscheint, sind die Apparate beschrieben und die Experimente erklärt; doch ist auch hier der Grundsatz festgehalten, daß ein Uebermaß nur schaden und den Leser verwirren kann, ohne ihm einen wesentlichen Nutzen zu bringen. In dem Abschnitte über Chemie ist Verfasser darauf bedacht, den Leser mit dem Standpunkt der modernen Chemie, einer Wissenschaft, die einen ungeahnten Aufschwung nimmt, bekannt zu machen. Wir erwähnen noch, daß die Verlagshandlung für zahlreiche treffliche Illustrationen gesorgt hat, wodurch das Verständniß des Ganzen wesentlich erleichtert wird, und daß die Ausstattung des Buches überhaupt eine glänzende ist.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Druck von Friedrich Jasper in Wien.